N° 19 15 OCTOBRE 1936

Revue générale des Sciences pures et appliquées

Fondateur : Louis OLIVIER (1890-1910) — Directeur : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

Directeur : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.
La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et en pays étrangers y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Les Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air.

Dès la création du Ministère de l'Air, en 1928, un des premiers soucis de l'Administration nouvelle a été de provoquer un actif mouvement de recherches scientifiques dans tous les domaines où les résultats de ces recherches peuvent fournir des éléments immédiatement utilisables pour le perfectionnement des matériels d'aviation et de leurs méthodes d'emploi.

La variété des domaines d'études répondant à cette formule est extrême, car l'industrie aéronautique doit résoudre les problèmes les plus divers. Pour engager ces recherches avec une activité qui ne fût pas trop inférieure à l'étendue et à l'importance des besoins, le Ministère de l'Air s'est adressé, de tous côtés, aux spécialistes qualifiés qui ont bien voulu lui prêter son concours.

Les résultats de ces recherches sont donnés dans la Collection des Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air.

L'utilisation des résultats nouveaux par la Technique fait en général l'objet de réalisations rapides où l'on s'efforce d'en tirer le meilleur parti possible en respectant les délais imposés par les nécessités industrielles ; dans la recherche de ces données de base, il importe au contraire avant tout d'atteindre la certitude sans laquelle on orienterait l'utilisateur vers les pires déboires : cette nécessité en fait une opération lente et prudente. Les *Publications*, qui ont commencé à paraître en 1930, ne se sont en conséquence accélérées qu'à partir de 1933, où elles ont atteint leur cadence normale.

Le nombre des fascicules parus à la fin de 1935 atteint déjà 80, et l'ampleur de la collection ainsi constituée ne permet pas de leur consacrer les analyses bibliographiques individuelles qui pourront être envisagées pour les volumes ultérieurs. Nous nous contenterons ici d'en passer une revue succincte en les groupant en une série de rubriques correspondant aux principaux domaines de recherches qui intéressent le progrès de l'Aéronautique. Nous les classerons comme suit :

Mécanique des fluides théorique.
— Mécanique des fluides expérimentale.
— Mécanique de l'Aviation.
— Méthodes d'étude et installations expérimentales.

Métallurgie et corrosion.
— Propriétés des matériaux.
— Stabilité des constructions.

Thermodynamique.
— Identification des carbures d'hydrogène.
— Oxydation et combustion des carburants.
— Propriétés des lubrifiants.
— Etude des moteurs.

Instruments de navigation.
— Photographie aérienne.

Les publications de Mécanique des Fluides théorique sont pour la plupart le résultat du très actif courant de recherches dirigé par M. H. Villat, et qui a donné à l'Ecole française ainsi créée une réputation internationale considérable. Nous signalerons dans ce groupe les fascicules suivants : n° 2, A. Gay, *Recherches sur l'hydro-*

dynamique des Fluides visqueux; n° **16**, H. Poncin, *Sur les cavitations de forme permanente*; n° **29**, F. Vasilesco, *Sur le calcul du potentiel des vitesses en hydrodynamique*; n° **35**, G. Durand, *Sur les petits mouvements d'un système infini de tourbillons autour d'une position d'équilibre*; n° **65**, Ch. Sadron, *Turbulence et frottement turbulent*.

Un très intéressant effort en vue de tenter les calculs d'écoulements à trois dimensions a été poursuivi d'autre part par M. A. Alayrac, dans les fascicules **3**, **13** et **74**, consacrés à l'*Etude des Ecoulements irrotationnels dans l'espace à trois dimensions*. Nous trouvons encore, dans cette rubrique, les fascicules suivants : le n° **4** où M. Girault a groupé deux études intitulées : *Méthodes géométriques de tracés de profils d'ailes et de corps fuselés*, et *Essais sur la viscosité en mécanique des fluides*; le n° **55**, consacré par M. M. Luntz à des *Recherches sur la résistance des fluides dans un mouvement non permanent*, qui abordent le cas des profils déformables ; le n° **60**, où M. Woronetz envisage le problème des *Perturbations provoquées dans le mouvement d'un fluide par des variations de température*.

***

Le Ministère de l'Air s'est appliqué spécialement à faire naître et à développer, à côté de l'effort de recherches mathématiques qui s'était déjà affirmé, et en liaison avec lui, des recherches de Mécanique des Fluides expérimentale.

Dans les études des phénomènes élémentaires, nous trouvons : le fascicule n° **22** où M. Sadron, après un exposé succinct de l'*Etat actuel des recherches expérimentales sur les anneaux de tourbillons dans les gaz*, apporte une intéressante *Contribution à l'étude expérimentale des phénomènes aérodynamiques aux faibles vitesses*; le n° **56** de M. J. G. Portes consacré à une *Contribution à l'étude expérimentale des interactions d'une sonde et d'un corps de révolution*; le n° **59**, de M. Lemains, *Recherches sur l'écoulement et les pertes de charge à travers les grilles et les filtres à mailles*; une étude théorique et expérimentale de l'*Hydrodynamique du Cylindre tournant*, de MM. Luntz et Schwarz dans le fascicule n° **71**. M. Lafay a réuni dans les fascicules n°s **24** et **79** une série de courtes études sur l'*Action d'un vent dont la direction varie rapidement*, et sur la *Modification du sillage des corps* par des jets gazeux; puis sur les *Effets singuliers produits par de très légères modifications de structure du vent*, où il met en évidence les variations importantes qui peuvent se manifester, dans les poussées aérodynamiques exercées par des écoulements voisins de l'instabilité, suivant que le courant d'air de la soufflerie possède ou non la turbulence fine obtenue par une circulation en circuit fermé, et sur l'*Aérodynamique du Cylindre et l'étude du phénomène de Magnus*. Enfin M. Bouasse apporte, dans le fascicule n° **26**, consacré aux *Tourbillons donnés par les jets de très petite vitesse (courantilignes)*, et dans le n° **67** où il étudie les *Phénomènes dans les fluides tournants*, un ensemble extrêmement vaste d'observations expérimentales, recueillies avec un soin extrême et analysées avec la pénétration et l'esprit critique auxquels ses lecteurs sont habitués, qui contribuera fort utilement à faire sentir aux aérodynamiciens l'extrême complexité des phénomènes avec lesquels ils ont à compter.

Il y a lieu de donner une mention spéciale aux études des écoulements à très grandes vitesses qui sont poursuivies sous la direction de M. Foch, au laboratoire de Mécanique des Fluides de l'Institut de Mécanique de la Faculté des Sciences de Paris.

Les vitesses hypersoniques, pratiquées depuis longtemps déjà dans les turbines à action, commencent à intéresser l'aviation : Elle les rencontre déjà à l'extrémité des pales d'hélice, et dans les échappements des moteurs; elle les abordera peut-être beaucoup plus tôt qu'on ne pense, dans la translation des avions; mais alors, les questions de rendement ne lui permettront pas d'accepter les ondes de Mach dont se sont accommodés jusqu'ici les balisticiens, et il n'est pas trop tôt pour se préoccuper des profils auxquels elle devra alors faire appel. En tout état de cause ces questions, dont l'intérêt scientifique est évident, ont dès maintenant un intérêt pratique certain. Dans le fascicule n° **10**, M. R. Tremblot a fait une très intéressante *Application des Méthodes interférentielles à l'Etude de l'Ecoulement des gaz aux grandes vitesses*, et dans le n° **68**, M. L. Santon, mettant à profit la même méthode de mesure, a apporté une fort utile *Contribution expérimentale à l'étude des soufflerie supersoniques*.

Parmi les recherches portant directement sur les phénomènes mêmes qui se produisent dans le vol des avions, nous trouvons des études en soufflerie exécutées sous la direction de M. Toussaint au laboratoire aérodynamique de Saint-Cyr qui font l'objet des fascicules suivants : n° **8**, M. S. Carafoli. *Recherches expérimentales sur les ailes monoplanes*, et n°s **53** et **53** bis, M. H. Girerd. *Contribution à l'étude expérimentale du biplan d'envergure infinie*, et des études effectuées sur avions en vol, par MM. A. Magnan et A. Sainte-Laguë, qui font l'objet des fascicules, n° **9**, *Etude des trajectoires et des qualités aérodynamiques d'un avion* et n° **12**, *Sur la distribution des vitesses aérodynamiques autour d'un avion en vol*.

M. J. Valensi a fait en soufflerie, à l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille et à l'Etablissement d'Expériences techniques d'Issy-les-Moulineaux, des recherches fort intéressantes sur l'analyse détaillée des écoulements, au moyen de filets de fumée. Le fascicule n° **73** sur l'*Etude de l'écoulement de l'air autour d'une hélice* apporte en particulier des documents fort précieux sur l'enroulement des tourbillons qui se détachent des extrémités de l'hélice; ils fournissent des données précises immédiates pour éviter des interactions entre ces tourbillons et les surfaces actives de l'avion.

Dans le fascicule n° **42**, *Recherches sur le capotage des moteurs en étoile à refroidissement par l'air*, M. Gigueaux donne les résultats d'études méthodiques sur les résistances aérodynamiques de ces dispositifs, effectuées en soufflerie sur modèles réduits.

***

A l'étude des écoulements aérodynamiques est indissolublement liée celle des efforts qu'ils exercent sur les

solides qui les guident, et les fascicules nos **8, 42** et **53**, cités dans le paragraphe précédent, sont consacrés à l'étude de tels efforts. On sépare toutefois sous la désignation *MÉCANIQUE DE L'AVIATION* l'étude des mouvements des avions sous l'action de ces forces; on y peut joindre l'étude des forces elles-mêmes quand elles sont envisagées directement au point de vue de leur influence immédiate sur ces mouvements.

C'est sous ce dernier aspect que se présente l'étude des *Moments aérodynamiques de différentes gouvernes* donnée par M. P. Rebuffet dans le fascicule n° **41**; il réunit deux études expérimentales effectuées à la petite soufflerie d'Issy-les-Moulineaux, d'une part sur les *Gouvernes de Roulis*, d'autre part sur la *Comparaison de divers Empennages*. Le fascicule n° **76** du général E. Duchêne consacré à une *Etude expérimentale sur la stabilité transversale des avions* apporte des résultats très utiles pour aborder un des plus difficiles problèmes de la mécanique de l'avion proprement dite.

***

Le perfectionnement des méthodes d'étude et des installations expérimentales utilisées pour les recherches d'Aérodynamique et de Mécanique de l'Aviation a naturellement provoqué les efforts de ceux qui étaient appelés à les mettre en œuvre.

Dans ce domaine on peut citer les études du colonel Lafay sur *l'obtention des aérogrammes par réfringence* (fasc. **24**) et sur une *Balance aérodynamique permettant le tracé continu des polaires* (fasc. **79**). Dans ce dernier dispositif, particulièrement simple et intéressant, l'aile étudiée est montée sur une tige flexible de révolution, parallèle à son bord d'attaque, et placée verticalement; la direction et la grandeur de la résultante aérodynamique globale sont immédiatement données par l'orientation de la section terminale de la tige fléchie repérée au moyen d'un petit miroir et d'un spot lumineux.

Dans le fascicule **73**, M. Valensi a fourni d'utiles précisions, sur la mise au point de la technique des filets de fumée qui lui a permis de mener à bien ses intéressantes études.

M. Rebuffet a consacré le fascicule n° **5** à la description et à l'étude de la *Soufflerie aérodynamique à dynamomètres électrométriques* qu'il a installée et mise en service à l'Etablissement d'Issy-les-Moulineaux. On y trouve, outre des renseignements précieux sur l'exploration des courants d'air et sur les suspensions à fils, une étude très complète des dynamomètres électrométriques à condensateur déformable qui constituent l'originalité de cette soufflerie. Le paramètre de réglage fourni par la valeur du potentiel influençant permet de modifier à volonté, à tout moment au cours même des mesures, la sensibilité des dynamomètres, pour les adapter par exemple à l'étude des différentes parties d'une polaire.

Il y a lieu de signaler enfin de façon spéciale la méthode indirecte d'étude des écoulements aérodynamiques par l'exploration d'un champ électrique, basée sur l'analogie des équations régissant les deux phénomènes, dont la mise en œuvre pratique est due à MM. Pérès et Malavard. Les renseignements utiles sur cette méthode sont fournis dans le fascicule n° **57**, *Application des analogies électriques à la solution de quelques problèmes de l'hydrodynamique*; elle permet de déterminer complètement l'écoulement autour d'une aile d'avion par quelques heures de mesures remplaçant des semaines de calculs.

***

Une des préoccupations essentielles de la technique aéronautique, c'est la poursuite continuelle de toutes les réductions de poids progressivement réalisables, aussi bien dans les moteurs que dans les cellules. Les recherches métallurgiques relatives aux alliages légers et ultra-légers, et aussi aux aciers spéciaux, présentent de ce fait pour elle un intérêt tout particulier.

Des études ont été méthodiquement engagées sur les propriétés des alliages dans les domaines où l'on peut espérer trouver des matériaux intéressants. Dans le fascicule n° **20**, M. Paul Bastien a publié une *Etude des alliages magnésium-aluminium-cuivre, riches en magnésium*; le n° **45**, de M. René Paris apporte une *Contribution à l'étude des alliages ternaires*; le n° **70** a été consacré par M. Emile Elchardus à des *Recherches sur l'analyse thermique des alliages ternaires* (application aux alliages magnésium-silicium-zinc).

Les procédés d'élaboration de ces métaux ont fait l'objet de diverses recherches. Celle de M. Bastien, intitulée *Contribution à l'étude des propriétés de fonderie des métaux et alliages* est groupée avec celle du même auteur déjà citée plus haut, dans le fascicule n° **20**. M. Maurice Hardouin a étudié dans le n° **28**, les *Flux d'épuration et de protection du magnésium et de ses alliages pendant leur fusion*. Dans le n° **32**, M. André Caillon apporte des études très méthodiques sur la *Fonderie du magnésium*.

Il y a lieu de noter spécialement le très gros effort de recherches relatives à la corrosion, à ses causes, à ses effets, et aux mesures de protection utilisables contre elle, qui est coordonné par la *Commission pour l'étude de la Corrosion des produits métallurgiques nécessaires à l'Aviation*, sous la direction de M. l'Inspecteur général Grard. Outre des comptes-rendus périodiques de l'activité de la Commission, ces travaux ont donné naissance à plusieurs fascicules de la collection étudiée ici : le n° **19** de M. Eugène Herzog sur *l'oxydation électrochimique et la protection du fer et des duralumins dans les solutions salines aérées*; le n° **23** de M. J. Aubert, *Contribution à l'étude de la corrosion du fer*; le n° **64**, de Mlle Goldowski, *Contribution à l'étude de la corrosion*.

***

Sous l'impulsion de M. Caquot, un très gros effort a été poursuivi en vue de substituer, pour caractériser les qualités mécaniques des métaux, la limite de fatigue sous efforts alternés aux anciennes déterminations sous effort permanent qui ne correspondent en rien aux conditions de travail des matériaux soumis à des vibrations. Ces essais, dont la généralisation se traduit par une augmentation considérable de la sécurité aéronautique, ont

fait l'objet d'études intéressantes, de M. Roger Cazaud, fascicule n° **39**, *Recherches sur la fatigue des aciers*, et de M. Michel Ogée, n° **58**, *Recherches sur la résistance à la fatigue des aciers au carbone*. Le fascicule n° **44**, de M. H. Fournier, *Etude sur les essais d'emboutissage des métaux*, envisage un type d'essais qui, bien que beaucoup plus classiques, ont trop souvent manqué de méthode et de directives précises.

Dans le cas des matières susceptibles d'évolutions spontanées plus ou moins rapides, l'étude des propriétés mécaniques devients beaucoup plus complexe. C'est ce qui se produit par exemple pour le caoutchouc, qui joue un rôle si important en aérostation, et qui avait aussi une utilisation très étendue pour la réalisation des amortisseurs élastiques lorsque le poids peu élevé des avions permettait qe se contenter de cette solution très simple et très économique. La surveillance des stocks, et aussi l'étude de l'altérabilité ultérieure des fournitures au moyen d'essais de vieillissement artificiel accéléré, exigent des procédés susceptibles de déceler et de suivre l'évolution de la matière avant qu'elle se traduise par une altération nette — et alors dangereuse — des qualités mécaniques. Parmi ces procédés d'exploration intime, l'étude des *Propriétés diélectriques du caoutchouc*, introduite par Vernotte et Villey, est une des plus sensibles ; elle a fait l'objet des recherches exposées par M. Granier dans le fascicule n° **80**.

∴

L'étude des propriétés mécaniques des matériaux ne fournit que des caractéristiques numériques spécifiques à la science, fondamentale pour l'art de la construction, à laquelle une tradition fâcheuse conserve encore souvent l'appellation très mal adaptée de Résistance des Matériaux. On peut d'ailleurs conserver ce nom au corps de doctrine conventionnel, excluant toute déformation non élastique, à laquelle elle s'est, par une tradition trop tenace, artificiellement limitée pendant si longtemps. Nous adopterons celui de stabilité des constructions pour la science complexe dont la classique Résistance des Matériaux n'est qu'un chapitre très limité.

Dans ce domaine, diverses études intéressantes sont à signaler. M. Leroux a mis au point l'étude expérimentale de la *Déformation des hélices* en fonctionnement, par les changements d'orientation de petits miroirs collés sur leur surface, qu'il a exposée dans le fascicule n° **15**. Dans le n° **37**, M. Monnin a étudié *les Assemblages de bois*, qui ont tenu pendant si longtemps une place essentielle dans la construction aéronautique, et restent fort intéressants pour les petits avions. MM. Le Rolland et Sorin ont créé une méthode précieuse pour contrôler l'état de conservation de constructions comprenant des assemblages complexes, telles qu'un avion ou une aile d'avion ; elle est basée sur l'observation du couplage réalisé par cet ensemble entre deux pendules élastiques suspendus en deux de ses points ; le même procédé peut d'ailleurs être utilisé pour évaluer le module d'élasticité d'un support homogène sans assemblages ; cette importante étude fait l'objet du fascicule n° **47**. *Méthode utilisant le couplage entre deux systèmes oscillants pour la détermination de la résistance mécanique des constructions*. Le fascicule n° **72**, intitulé *Les transpositions de matériaux en construction* contient une étude, due à M. Portier, d'un intérêt pratique évident pour la solution du problème suivant : Lorsque l'on possède une poutre, réalisée avec un matériau connu, qui donne satisfaction, comment peut-on en déduire, sans nouvelle théorie, le dimensionnement à adopter pour obtenir les mêmes résultats avec un nouveau matériau de caractéristiques mécaniques, et de densité, connues ? Enfin tout l'intérêt du fascicule n° **75**, de M. R. de Fleury intitulé *le Magnésium dans les constructions aéronautiques* apparaît lorsque l'on rappelle que la création de l'industrie du Magnésium en France est entièrement due aux études entreprises par le service des Recherches de l'Aéronautique, dans lesquelles l'auteur de ce fascicule a joué un rôle prépondérant.

∴

Il ne suffit pas de déterminer les conditions de sustentation des avions, et de savoir les construire pour résister aux efforts correspondants, il faut encore savoir leur fournir, au prix d'une charge aussi faible que possible, la puissance motrice dont ils ont besoin. L'importance fondamentale de ce problème a justifié des recherches très actives dans le domaine de la Thermodynamique.

Dans les études de Thermodynamique générale nous trouvons d'abord le fascicule n° **1**, où M. Maurice Roy a exposé ses *Recherches théoriques sur le rendement et les conditions de réalisation des systèmes motopropulseurs à réaction*, destinées à situer, sous ses divers aspects, le problème de l'utilisation partielle ou totale des efforts de réaction. MM. Vernotte et Blouin exposent, dans le fascicule n° **36**, leurs *Expériences sur le refroidissement d'un corps chaud par un courant d'air* ; engagées pour la mise au point d'un régulateur thermique de tension destiné à l'équipement des dynamomètres électrométriques d'une soufflerie aérodynamique, elles ont fourni à M. Vernotte des éléments essentiels, à joindre à ceux de ses recherches sur la conductibilité thermique des métaux, pour les contributions très importantes qu'il apporte à la théorie du refroidissement des moteurs. Dans le fascicule n° **63**, M. Edm. Brun a étudié expérimentalement, avec beaucoup de soin, les *Phénomènes thermiques provoqués par le déplacement relatif d'un solide dans un fluide* : il s'agit de l'échauffement par frottement de l'air, qui provoque l'incandescence des aérolithes, mais qui ne deviendrait gênant, pour les avions, que notablement au-dessus de la vitesse du son. La connaissance précise de ce phénomène n'en est pas moins importante pour les mesures thermiques qu'exige l'estimation des performances des avions, et même pour préciser les conditions de refroidissement des moteurs.

∴

Pratiquement, jusqu'ici, la propulsion des avions a été entièrement assurée par des moteurs à explosion à essence de pétrole. Les seuls moteurs qui commencent

à les concurrencer sont d'ailleurs des moteurs à huiles lourdes qui utilisent d'autres fractions des mêmes pétroles naturels.

Les qualités, très variées, des essences ont une influence considérable sur l'évolution de la combustion et sur le bon fonctionnement des moteurs. Ce sont des mélanges fort complexes de carbures très nombreux appartenant à des familles diverses. Avant de prétendre à déterminer et classer leurs qualités, il a fallu entreprendre d'abord un gros effort visant à l'IDENTIFICATION DES CARBURES D'HYDROGÈNE qui y sont mélangés. Cela englobe la détermination des propriétés physicochimiques de chacun d'eux et l'utilisation de ces propriétés pour l'analyse des essences complexes.

Le fascicule n° **7** groupe trois études distinctes, de M. GODCHOT et Mlle G. CAUQUIL : *Etudes sur les Constituants des essences : Contribution à l'étude physicochimique des carbures cyclaniques ;* de MM. E. CARRIÈRE et R. LAUTIÉ : *Recherches des constituants des essences d'aviation par mesure de densités, d'indices de réfraction, ou de viscosités ;* de M. SCHMITT : *Etude comparative des colonnes à distiller en vue de la séparation des carbures d'hydrogène.*

Dans le fascicule n° **21**, M. A. ANDANT étudie l'*Application de l'effet Raman et de l'absorption ultraviolette à l'identification des carbures d'hydrogène*. Ces déterminations, qui se sont montrées très efficaces, peuvent être, dans certains cas, utilement complétées par celles qu'ont étudiées MM. LECOMTE et LAMBERT dans le fascicule n° **34**, *Quelques applications des spectres d'absorption infrarouges à l'étude des constituants des essences (carbures à noyaux)*. Enfin dans le fascicule n° **50**, M. SCHÉRER a étudié aussi l'*Application des propriétés magnéto-optiques des liquides à l'analyse des carbures d'hydrogène.*

On trouvera d'autre part, dans le fascicule n° **43** les *Recherches sur les constituants des pétroles et des gaz-oils* de MM. E. CARRIÈRE et H. BONNET, et dans le fascicule n° **66** une *Contribution à l'étude des hexanes et de quelques carbures d'hydrogène* de M. A. MAMAN.

Il y a lieu de signaler enfin, dans le fascicule n° **54** les *Recherches sur la vaporisation des carbures d'hydrogène et des mélanges de carbures*, de M. SCHMITT qui, outre leur intérêt analytique (possibilité de fractionnement par distillation), présentent aussi des applications pratiques directes pour interpréter — et éviter — les désamorçages des pompes à essence parfois observés à haute altitude.

***

Quelque importance qu'elles présentent, ces études d'identification et d'analyse ne sont d'ailleurs qu'une préparation à l'étude des propriétés des divers carbures ainsi identifiés. La détermination de leur volatilité suffit à définir la facilité plus ou moins grande avec laquelle ils peuvent donner naissance à des mélanges homogènes. L'étude, beaucoup plus complexe, de leur combustion permet seule d'interpréter les phénomènes de l'évolution motrice en vue d'agir utilement sur celle-ci.

La combustion proprement dite a été étudiée par M. DUCHÊNE dans le fascicule n° **11**. *Etude de la combustion des mélanges gazeux*, et par M. LAURE dans le fascicule n° **78**, *Contribution à l'étude de l'explosion des mélanges hydrocarburés*. Pour éclairer les réactions intermédiaires qu'elle comporte, et qui ont une influence essentielle sur l'allure des combustions, on trouvera des éléments intéressants dans les *Recherches sur l'oxydation des carbures d'hydrogène et ses rapports avec la détonation dans les moteurs* de Mlle ESTRADÈRE (fasc. n° **49**) et même dans des études d'oxydation indirecte à froid comme celles de MM. DURAND et LAI WAI SHUN sur l'*Oxydation par l'anhydride permanganique des hydrocarbures purs existant dans les essences et autres carburants : corps intermédiaires formés — vitesse d'oxydation — extension à l'étude des mélanges.* Seule une connaissance complète du mécanisme des oxydations permettra d'agir utilement sur la vitesse de réaction, élément essentiel du rendement, et de bien connaître, pour les dominer, des phénomènes aussi importants que la détonation.

***

Si le rôle du lubrifiant est théoriquement accessoire, il n'en est pas moins en pratique absolument essentiel et fondamental pour le fonctionnement des moteurs, immédiatement paralysés et mis hors d'usage si sa fonction cesse d'être correctement assurée. C'est dire l'importance des recherches relatives aux PROPRIÉTÉS DES LUBRIFIANTS et à leur emploi.

La détermination de la composition, relativement assez facile dans le cas des huiles végétales, devient inextricable pour les huiles minérales par suite de l'augmentation extrêmement rapide du nombre des isomères lorsque croît le nombre des atomes de carbone présents dans des molécules de plus en plus lourdes. On en est alors réduit en général à étudier en bloc les propriétés de mélanges très complexes dont l'identification précise est, jusqu'ici, irréalisable.

Dans les études de cette catégorie, on trouvera : le fascicule n° **14**, de M. DAMIAN, sur une *Méthode d'appréciation des lubrifiants ;* une fort intéressante *Contribution à l'étude de la viscosité et de la congélation des huiles* de M. BOURDIOL (fasc. n° **27**) ; des *Recherches sur l'étalement de l'huile de ricin et de divers glycérides à la surface de l'eau* de MM. BOUHET et LAFONT (fasc. n° **33**) et de MM. BOUHET et LAMARCHE (fasc. n° **51**) ; une *Contribution à l'étude du vieillissement de l'huile de ricin* de Mlle M. ROY (fasc. n° **40**) ; une *Contribution à l'étude du graissage* de Mlle BRIAULT (fasc. n° **46**) ; le fascicule n° **52** consacré par M. L. LEPRINCE-RINGUET à *l'Etude et le contrôle des huiles de graissage par la mesure des tensions interfaciales huile-eau.*

***

Toutes ces études préliminaires ont pour but de préparer celle du fonctionnement des moteurs eux-mêmes. Sur ceux-ci, on effectue surtout des *essais industriels*, dans lesquels on se contente d'étudier la variation des résultats (puisssances, consommations, échauffements, etc.) en fonction des paramètres au moyen desquels l'usager peut agir sur eux (nature et dosage du combustible, alimentation conditionnement de l'air, avance à l'allu-

mage... etc.) On trouvera des exemples de tels essais très méthodiquement conduits dans le fascicule n° **31**, de M. Champsaur, *Mesure de l'étanchéité intérieure des moteurs à explosion. Etude du gommage*, et dans le fascicule n° **77**, de MM. Serruys et Tchang-Te-Lou, *Influence des caractéristiques atmosphériques sur la puissance des moteurs à explosion*.

Mais l'interprétation des résultats, et la possibilité d'intervenir rationnellement pour les améliorer, exigent que l'on analyse les phénomènes qui les lient aux facteurs d'action : Les recherches scientifiques que cela exige ne peuvent pas être exclusivement effectuées sur les phénomènes élémentaires isolés dans des dispositifs d'étude simples ; elles doivent être poursuivies aussi sur les moteurs eux-mêmes où en est réalisée la synthèse. L'importance primordiale évidente de ce type de recherches pourrait provoquer un étonnement légitime de la part du lecteur lorsqu'il trouvera dans le présent compte-rendu, une seule publication de cette catégorie, fort remarquable d'ailleurs, relative à la *Détermination des températures des gaz pendant la détente dans les moteurs à explosion* (fasc. n° **69**) où M. Doncescu a donné des résultats déjà fort utiles, bien que relevés sur un moteur d'étude minuscule, en mesurant optiquement la température par les procédés basés sur l'absorption lumineuse.

La raison en est simplement que nous passons en revue les premières recherches exécutées et achevées. Celles du domaine envisagé ici exigent des moyens et installations qui dépassent l'équipement normal des laboratoires scientifiques. Il a fallu créer ces moyens, et, des recherches variées qui ont été engagées dans cette voie, aucune autre n'avait encore été publiée à la date où se limite cet exposé. Plusieurs d'entre elles sont néanmoins déjà achevées et fourniront prochainement d'intéressantes publications qui commenceront à combler l'apparente lacune ci-dessus signalée.

⊙
⊙ ⊙

Il reste enfin, l'avion étant construit et muni de son appareil propulseur, à le conduire et à l'utiliser.

Le premier domaine de recherches ainsi ouvert est celui qui concerne les Instruments de contrôle et de navigation auxquels on peut joindre les Instruments d'équipement auxiliaire tels que tous les appareillages électriques variés utilisés pour le chauffage, pour l'éclairage et pour les communications radio-télégraphiques ou radio-téléphoniques.

Les circonstances ont fait que les études correspondantes ont été poursuivies presque exclusivement à l'intérieur du Service des Recherches, puis de l'Etablissement d'Expériences techniques d'Issy-les-Moulineaux, et n'ont pas fait l'objet de publications. Il y a lieu de citer seulement le fascicule n° **48**, de M. M. Roulleau, *Utilisation des substances phosphorescentes en aéronautique. — Un appareil de mesure des très faibles brillances.*

En ce qui concerne l'utilisation proprement dite des avions, nous laisserons de côté ce qui concerne l'armement militaire, confié à des services spécialisés, où la plus stricte discrétion s'impose. Mais la Photographie aérienne représente l'un des buts principaux de l'aviation. Dans ce domaine, le fascicule n° **30** groupe une série d'études réunies par les soins de M. Roussilhe ; le fascicule n° **38** contient une intéressante étude de M. G. A. Boutry sur la *Mesure de densités photographiques par la méthode photo-électrique ;* enfin M. A. Charriou a publié, dans le fascicule n° **61**, une *Etude de la sensibilisation chromatique et de la désensibilisation des émulsions photographiques.*

⊙
⊙ ⊙

Cet exposé très succinct suffit néanmoins pour mettre en lumière l'extrême variété des recherches qui intéressent les progrès de l'Aéronautique. Il aura rempli son but s'il fixe l'attention de tous ceux qui peuvent utilement y apporter leur concours et s'il les incite à s'y intéresser activement.

Pour guider cette activité, il n'y a pas lieu d'établir *a priori* des programmes de recherches à longue échéance. C'est une méthode stérile, d'une part parce qu'elle conduit à énoncer tous les chapitres de la physique et de la mécanique, d'autre part et surtout parce qu'elle ne crée pas la convergence de points de vue qui seule peut rendre ces recherches vraiment fécondes. C'est au cours de son activité quotidienne que l'ingénieur rencontre des difficultés variées, ou que se posent à lui des problèmes techniques non encore résolus, et c'est dans des échanges de vues engagés, suivant les conseils des savants qui siègent dans les Comités du Conseil supérieur des Recherches scientifiques intéressant l'Aéronautique, avec les spécialistes qualifiés des disciplines scientifiques dont elles relèvent, que se peuvent utilement préciser le détail des recherches à entreprendre, les moyens que l'on y peut consacrer, les méthodes à y appliquer, les résultats à en attendre, et les utilisations que l'on en pourra faire. Tous ces points essentiels pourront d'ailleurs être l'objet de révision au cours de la recherche dont l'évolution et la direction peuvent être modifiées par les circonstances mêmes rencontrées : La liaison intime entre l'utilisateur qui attend des résultats scientifiques pour résoudre un problème technique, et le spécialiste qui a entrepris de les lui fournir, doit donc se maintenir en permanence jusqu'à la fin de la recherche.

Là est la seule méthode rationnelle et fructueuse, et c'est elle qui est à la base des Collaborations scientifiques d'où le Ministère de l'Air tire les résultats dont nous venons de faire un rapide examen.

J. Villey,
Professeur à la Faculté des Sciences de Paris,
Directeur honoraire au Ministère de l'Air.

REVUE GÉNÉRALE DE MÉDECINE

De statique et analytique la médecine tend à devenir dynamique et synthétique.

Des complexes géographiques et historiques entraînent des conditions biologiques... celles-ci déterminent l'apparition et l'extension des maladies.

Le Sol — sa nature géologique et son aménagement — la Flore et la Faune — spontanées ou modifiées par l'homme — enfin l'Homme — son genre de vie et sa discipline sociale — suivant la manière dont ils s'articulent, et prolongent leurs actions, assurent ou empêchent le plein épanouissement des rythmes fonctionnels de l'Homme. La Nature laisse les êtres se prendre à tous les pièges qu'elle tend, mais elle supporte aussi les succès et les triomphes des uns ou des autres...

L'homme a su harmoniser à son avantage le sol, la flore et la faune par les découvertes de de son génie !

Voici le meilleur exemple du rôle prépondérant de l'homme dans le triomphe sur les maladies. A. Missiroli, complétant l'œuvre de Celli, décrit magistralement les rapports entre l'endémie malarienne et le développement de l'agriculture. Sur cette noble terre, si riche en Histoire, la campagne romaine, l'intelligence et le caractère d'un homme modifièrent le cours de la vie. L'ère d'un Mussolini rappelle la grandeur romaine : la campagne aux environs de Rome désolée, infestée de paludisme se repeuple et devient florissante. Il a suffi au génial conducteur d'hommes de promulguer en 1923 et en 1928 des lois décidant la mise en œuvre de la « bonification intégrale » de la campagne. Par bonification intégrale Mussolini n'entendait pas seulement l'assèchement des marais, mais l'organisation d'une civilisation agricole tenant compte des données scientifiques les plus récentes de l'agronomie, de l'outillage et de l'élevage. Depuis la date de 1923 et surtout celle de 1928, la malaria ne cesse de décroître dans la campagne romaine. L'effort progressif et continu de l'homme, tendant à entretenir les canaux d'irrigation, à maintenir le bétail dans une étable propre et séparée de l'habitation (les moustiques dans ces conditions désertent l'habitation et se fixent dans l'étable !) amènent la prospérité.

La prospérité assure l'alternance du travail et du repos, le confort et l'alimentation copieuse.

La Santé est le chaînon terminal de conditions successives qui partant de l'aménagement du sol, passent par les modifications de la faune et de la flore et aboutissent à l'épanouissement des rythmes fonctionnels de l'Homme. Dans ces conditions, et cela est un fait d'observation indubitable, la malaria disparaît des régions antérieurement infestées [1].

***

Avant d'entrer dans le vif de mon sujet, je tiens à rapporter presque textuellement les confidences d'un maître de l'Institut Pasteur de Paris : « Moi qui ai passé ma vie à étudier les microbes, je reconnais que leur rôle est minime. Nous ne connaissons rien sur l'origine des maladies. Les faits les plus accrédités, comme l'origine hydrique du choléra et de la fièvre typhoïde, ne sont pas rigoureusement démontrés. Le microbe compte moins que le terrain du sujet inoculé.

En temps de disette la Peste et le Choléra se répandent dans l'immense territoire des Indes. Que des camions chargés de ravitaillement arrivent, aussitôt les épidémies cessent.

On commençait à parler de l'extinction du typhus exanthématique en Europe centrale... Or cette année même une mauvaise récolte et un hiver rigoureux ramenèrent en Roumanie le fléau qu'on croyait disparu ».

En dehors des oscillations épidémiques, de lentes adaptations des microbes aux animaux se réalisent. Les parasites et les microbes, à travers

1. *Annales de Géographie*, n° 254, 14e année, 15 mars 1936. Le rôle géographique de la malaria, Maurice Le Lannou. L'exemple de l'œuvre de Mussolini n'est pas isolé. L'histoire de la Sardaigne est racontée au long et mérite d'être lue.

les générations d'une espèce épuisent leur action pathogène mais ils trouvent bientôt des terrains à conquérir sur d'autres espèces animales.

A cet égard la simple constatation des aires d'extension des maladies est instructive. Fièvre boutonneuse et Kala-Azar semblent se multiplier depuis peu dans notre Provence.

Dans plusieurs régions de France, on signale une propagation des maladies des animaux domestiques à l'homme : à la fièvre ondulante des caprins, il faut ajouter l'avortement épizootique des bovins.

En 1918 miss Alice Evans eut l'audace d'identifier le coccus de Bruce et le bacille de Bang agent de ces deux maladies qui depuis peu de temps redoublent leur ravage dans l'espèce humaine.

La Sensibilité à une infection déterminée et le mode de réaction à cette infection traversent des phases et des périodes que, depuis quelques années, les savants étudient avec précision. L'expérimentation en touchant aux oscillations des réactions de défense, a soulevé tant de problèmes qu'il est difficile d'y mettre un peu d'ordre. Les principales fonctions de l'organisme suivent un rythme en se déroulant dans la durée et il ne faut pas s'étonner qu'il soit donné aux cliniciens et aux expérimentateurs de constater des phases de réactions violentes et des phases de réactions atténuées coupées par de longues périodes de latence. L'écueil actuellement est de schématiser des résultats encore peu nombreux : Si l'organisme varie à tous les moments de la durée, les microbes isolés ou associés dans l'organisme changent aussi à tous les moments le tableau biologique de l'agression.

Nous limiterons nos prudentes remarques aux débuts de la tuberculose et de la syphilis.

Les débuts de la Tuberculose.

Comme l'enseignait Léon Bernard la tuberculose est plus une maladie du corps social que de l'Individu. Aux champs pas de tuberculose. A la ville personne n'est épargné! Le dispensaire est capable de dépister la maladie à un stade plus ou moins tardif. Mais l'ordre sanitaire organisé dans les nourriceries, dans les écoles, dans les groupements professionnels serait le seul procédé d'arrêter l'éclosion de la tuberculose.

Les médecins ne sont pas assez écoutés et se heurtent à des cadres administratifs immobiles. Si l'inspection était régulièrement faite dans les nourriceries, dans les écoles, dans l'armée et dans chaque profession la marche envahissante de la tuberculose serait vite arrêtée. La difficulté vient de ce que souvent la tuberculose revêt un masque bénin qu'on se refuse à reconnaître. Il faut savoir découvrir à la phase de dérythmie initiale les premiers signes de l'agression du bacille de Koch. Passée la phase préliminaire, les efforts pour vaincre l'envahissement de l'organisme seront encore possibles grâce aux merveilleuses découvertes de la technique moderne (notamment par la collapsothérapie, œuvre persévérante, tenace et infatigable de Carlo Forlanini — 1847-1918)... mais la vraie solution du problème social de la tuberculose ne sera trouvée qu'en organisant la lutte contre la tuberculose de manière à étouffer à son initial début l'infection naissante. La meilleure preuve en a été donnée par Léon Bernard et Robert Debré dans leur célèbre expérience de la crèche de l'hôpital Laënnec où ils prirent le soin de séparer les nourrissons de leurs mères tuberculeuses.

Lorsque l'enfant grandit les difficultés sont plus grandes. Les maladies n'ont pas un cours régulier. Le contact d'un microbe et d'un organisme détermine suivant le mode de réaction individuel des ensembles rythmologiques tout à fait particuliers. Autrefois, on recherchait la tuberculose dans le sommet du Poumon et on faisait une double erreur : on classait tuberculeux des individus qui ne l'étaient pas et on laissait circuler des tuberculeux avérés.

⁂

La perspicacité des médecins s'est éveillée. Comme d'autres infections, la tuberculose change l'axe des rythmes : le sujet perd le goût de l'action, il s'immobilise et une fébricule banale déroule un cycle. La fébricule, syndrome solitaire, peut être le premier incident clinique.

Dans d'autres cas ce sera une poussée de pleurésie qu'on a encore trop tendance à rattacher à un refroidissement.

Robert Debré pense que le rhumatisme noueux représente le plus souvent un début de tuberculose.

La clinique à elle seule est incapable de poser une signature de maladie. En effet, fatigue et fièvre sont signes communs d'agression microbienne! La pleurésie peut être d'origine rhumatismale. L'érythème noueux peut être extériorisé par une infection banale [2].

L'examen radiographique devrait être pratiqué systématiquement dans tous les groupements sociaux; il rend de grands services; mais il ne suffit pas pour affirmer le diagnostic de tuberculose.

2. Paul Halbron et M. Pierre Klotz, *Paris-Médical*, 11 juillet 1936.

⁂

La signature authentique de la Tuberculose ne peut être donnée que par l'agent causal de la maladie : les bacilles tuberculeux. Quand on les trouve dans les crachats, soit directement soit après homogénéisation, la maladie se trouve déjà parvenue à un stade avancé.

La tuberculose à son début est pauci-bacillaire. L'inoculation au cobaye et la reproduction expérimentale de la maladie sont longtemps restées le seul procédé de mettre en évidence cette atteinte initiale.

A la Faculté de Médecine de Paris, deux professeurs, Besançon et Debré, ont porté depuis plus de 20 ans leurs investigations sur la découverte d'un mode de culture qui permit de mettre en évidence ces tuberculoses pauci-bacillaires.

Fernand Besançon, Paul Braun et André Mayer montrent la possibilité à l'heure actuelle, grâce à l'emploi de la technique de Loewenstein et du milieu de Petragnani-Loewenstein d'obtenir l'isolement des bacilles tuberculeux par la culture des crachats [3] dans les syndromes pulmonaires.

Robert Debré, A. Saenz et Robert Broca, par culture et par inoculation au cobaye, ont mis en évidence une bacillémie précoce, fugace et peu abondante, chez des enfants atteints d'erythème noueux [4]. Pareil résultat pourra être obtenu dans tous les syndromes de primo-infection.

Seules en tous cas de semblables constatations permettront d'affirmer la nature tuberculeuse de syndromes qui pourraient aussi bien être des manifestations d'autres infections.

Le bacille tuberculeux qu'on est ainsi parvenu à cultiver n'est pas nécessairement l'agent actif du syndrome qui se déroule actuellement devant le praticien. Le bacille que Fernand Bezançon découvre dans les crachats peut être un bacille de sortie dont le foyer se trouve loin des poumons ou un satellite jouant un rôle secondaire sur la scène au moment de l'observation. C'est pourquoi le fragment de vie qu'on détache dans les observations hospitalières prête à tant de discussions. Les cercles vicieux chez le malade d'hôpital sont déjà enchevêtrés et difficiles à débrouiller.

⁂

Quelle supériorité aurait le médecin qui pourrait suivre les individus dans les groupements sociaux et noter les dérythmies d'un personnage au travail !

Cela a été tenté dans de nombreuses circonstances grâce à la cuti et à l'intradermo-réaction à la tuberculine. Celle-ci révèle un mode de réaction particulier du sujet. Elle ne comporte une signification sur le début de la tuberculose qu'en devenant positive chez un sujet auparavant insensible à cette excitation. Ce procédé simple, à la portée du praticien chargé de la santé d'une collectivité, donne l'alarme.

Mais le bénéfice de l'intradermo-réaction est complètement perdu, si on ne suit pas avec précision l'observation psycho-physiologique des sujets réceptifs : ceux-ci peuvent aussi bien être hyper-résistants qu'insuffisants devant l'infection tuberculeuse. C'est en notant les rythmes fonctionnels qu'on pourra reconnaître dans le groupement social comment se comporte le sujet à l'égard de la contagion.

Le comportement psycho-neuromoteur et son expression si bien rendue par les courbes thermiques sont certainement les plus importants à suivre. Les oscillations dans la courbe du poids ont aussi une valeur primordiale.

Constatant l'extension inquiétante de la tuberculose et sachant la difficulté de réussir le dépistage de la première manifestation tuberculeuse, les médecins ont suivi une autre voie : les membres d'une collectivité seront vaccinés avec des bacilles tuberculeux pour les rendre réfractaires à l'infection dont ils sont menacés. Dans le cadre de la vaccination antituberculeuse on se rend bien compte des variations d'un sujet à l'autre dans le rythme de défense organique. Voici l'exemple d'une expérimentation particulièrement bien conduite : Heimbeck entreprit des essais méthodiques de vaccination avec le B. C. G., le vaccin de Calmette, dans la corporation des infirmières de la Ville d'Oslo.

N'étaient admises infirmières que les femmes présentant une intradermo-réaction négative. Les candidates isolées subissaient les vaccinations à doses et à intervalles semblables. Or suivant les sujets il fallut de 2 à 4 injections de vaccins pour que l'intradermo-réaction devienne positive.

On ne peut donc établir une règle commune pour la vaccination antituberculeuse. Chaque sujet doit être entraîné d'une manière différente à résister contre l'infection.

Qu'il s'agisse du dépistage ou de la prémunition de la tuberculose, il est impossible de simplifier la besogne du médecin qui devra s'astreindre à observer les rythmes individuels pour rechercher les premiers fléchissements fonctionnels

3. La recherche systématique du bacille de Koch dans l'expectoration broncho-pulmonaire. *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 100e année, 3e série. Tome CXV, n° 25. Séance du 23 juin 1936.

4. Bacillémie tuberculeuse chez les enfants atteints d'érythème noueux. *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 100e année, 3e série, tome CXVI, n° 26. Séance du 7 juillet 1936.

du début de la tuberculose aussi bien que les premiers indices des réactions de défense.

Cette besogne serait moins coûteuse que la réparation des désastres qui suivront l'incurie.

⁂

Une fois que l'infection tuberculeuse est solidement installée dans l'organisme, aucune mesure ne sera assez efficace pour en triompher. La déclaration obligatoire, l'isolement des contagieux, le développement des Sanatoria qui aboutissent à engloutir des fortunes sont des palliatifs : ils ne peuvent protéger la Société. En sortant du Sanatorium le sujet, en apparence guéri, garde dans un repaire caché quelques bacilles tuberculeux plus ou moins endormis capables un jour de reprendre l'assaut.

L'ancien tuberculeux, sous une apparence normale, reste virulent. Weill-Hallé vient de pousser le cri d'alarme au sujet des nourriceries : les infirmières depuis longtemps guéries de tuberculose ont infecté les nourrissons soumis à leur garde. On avait déjà remarqué le danger des maîtres répandant la tuberculose dans toute une classe d'Ecole !

⁂

Comme nous le disions à propos du Paludisme l'œuvre d'harmonisation de l'Homme à la nature, peut seule rendre la santé aux hommes. C'est une œuvre civilisatrice de longue haleine où l'ordre social conduit à la prospérité. La nature à elle seule ne peut rien sans l'effort soutenu de l'homme. Pendant un séjour de trois ans en Tunisie, j'ai été frappé du contraste entre le sud et le nord de ce pays. A Tunis et à Ferryville une certaine discipline et quelques organisations médicales ont fait reculer le fléau de la tuberculose. Dans les bleds tunisiens la tuberculose augmente d'année en année. La vie au soleil et en plein air ne suffit pas, comme on le prétend parfois, à sauvegarder contre la tuberculose. Il faut rendre possible un genre de vie où l'espèce humaine s'invigore. Quand on voit à Tozeur ou à Nefta les Arabes squelettiques, en guenilles se nourrir de dattes et de sauterelles, comment peut-on espérer élever la marge de leurs fonctions physiologiques assez haut pour pouvoir résister à l'infection tuberculeuse.

Au lieu de concentrer tous les efforts médicaux dans les capitales où les égoïsmes maintiennent les potentats, il faudrait savoir accepter et encourager l'initiative de quelques courageux pionniers qui offrent leur zèle à la protection des zones déshéritées. Bien entendu cela ne suffirait pas : il faut un ordre politique et une rénovation morale qui rétablissent des cadres sociaux compatibles avec la prospérité des campagnes [5].

Les Débuts de la Syphilis.

Nous avons annoncé que nous compléterions l'étude des premières phases des maladies par quelques remarques sur la Syphilis. Le début de la Syphilis est plus facile à reconnaître que le début de la tuberculose. Le chancre d'inoculation se trouve sur des muqueuses découvertes au lieu d'être sur des muqueuses cachées dans la profondeur de l'organisme. Des spirilles pullulent dans le chancre syphilitique et une simple piqûre de ce chancre peut livrer à l'observateur la vue directe de l'agent causal du fléau.

L'apparence bénigne de la syphilis au début aussi bien que celle de la tuberculose, ne conduit pas le malade au médecin à la phase précoce où la guérison peut être obtenue.

L'insouciance dans un cas comme dans l'autre est à l'origine des ravages.

Nous avons déjà insisté sur l'intérêt des réactions sérologiques, non pas pour découvrir le début de l'infection mais pour suivre les oscillations des réactions de défense du sujet infecté. Arthur Vernes a été le premier à réaliser la syphilimétrie d'un cours de maladie.

De même qu'on ne peut comprendre la psychophysiologie de l'homme sans dresser les courbes des principales fonctions au cours de la durée, de même — et c'est ce qu'Arthur Vernes dès le début de sa carrière a compris — l'exploration clinique doit parvenir à étaler sur des courbes les valeurs successives d'indices sérologiques qui prouvent l'organisation et le succès de la défense de l'organisme contre la Syphilis. On trouvera dans les Archives de l'Institut Prophylactique (t. II, n° 2, 1930) de nombreux spécimens de ces courbes : on verra que les séro-réactions deviennent d'autant plus vite négatives que le traitement aura été entrepris plus précocement.

Comme pour la tuberculose, la syphilis négligée au début gagne en profondeur et ne pourra plus être guérie.

⁂

Si on discute l'hérédité de la tuberculose on ne peut hélas mettre en doute l'hérédité de la syphilis qui prolonge son action sur toute une

5 *La Tuberculose latente* : J. Rieux. G. Doin et Cie, éditeurs. L'auteur pose bien les principaux problèmes soulevés par l'étude de la tuberculose. Il a grande confiance dans la réaction de fixation.

A l'avenir, la séro-réaction de Vernes à la résorcine rendra aussi dans certains cas particuliers de grands services. (Voir *Archives de l'Institut prophylactique*, t. VIII, n° 1. 1er trimestre 1930, page 57.)

lignée. Le processus pathologique ne ressemble nullement chez le nouveau-né à ce qu'il fut chez la mère : l'enfant meurt quelques jours après la naissance, les viscères envahis de spirochètes!

Plus rarement le cordon seul a subi des lésions syphilitiques et le nouveau-né meurt d'hémolyse. Quand la vie est possible une suite ininterrompue d'accidents apparaissent aux différents âges. Nos traités de médecine sont encombrés de cette floraison pathologique. Les séro-réactions sont souvent infidèles et les investigations cliniques devront augmenter d'acuité.

Nous avons déjà insisté sur la protection de l'Enfance en exposant les recherches modernes sur l'alimentation; la lutte contre la syphilis est au même rang que l'alimentation défectueuse, une grande cause de dégénérescence de la race. De tels progrès ont été accomplis par les syphiligraphes qu'il serait possible aujourd'hui de limiter le péril vénérien. Principalement les soins au cours de la gestation limitent les catastrophes.

Partout où les consultations anténatales sont correctement dirigées, on arrive à stériliser dans l'œuf l'infection syphilitique.

Les formes graves dans un milieu bien contrôlé disparaissent : on ne voit plus les petits malades tels que les décrivait magistralement Parrot en 1872. Splénomégalie, pemphigus, condylomes et coryza sont les seules manifestations dans les deux premières années de la vie. Péhu et Policard ont en plus attiré l'attention sur une forme mineure que la radiographie permet de déceler : la périostite ossifiante.

⁂

Qu'il s'agisse de syphilis héréditaire ou de syphilis acquise le système nerveux résiste plus longtemps que les autres organes à l'envahissement de l'infection syphilitique. Un grand médecin français, Paul Ravaut, mort depuis peu, a consacré des travaux remarquables à la découverte du début de l'atteinte des centres nerveux. On sait en effet que Paul Ravaut a introduit la pratique de la ponction lombaire en France, et qu'il a décelé la propagation de la syphilis aux centres nerveux par la constatation dans le liquide céphalo-rachidien de mononucléaires, et de plasmazellen coexistant avec une hyperalbuminose.

Bien que je n'ai fait allusion qu'aux premières manifestations de la syphilis, j'en ai dit assez pour rappeler les innombrables formes cliniques de la syphilis. Comment une même cause peut-elle produire des syndromes aussi polymorphes? Les uns, avec Levaditi, invoquent des formes microbiennes différentes. Les autres admettent des réactivités variables de l'organisme, soit que des stades biologiques se succèdent, soit que des réinfections syphilitiques surviennent.

Devant la complexité des observations cliniques, on comprend que les expérimentateurs se mettent à l'œuvre pour éclaircir les documents inextricables de la pratique courante.

⁂

L'investigation dans le règne animal montre que certains animaux ne peuvent être syphilisés (chien, porc, grenouille). D'autres, la souris blanche et l'hamster sont des réservoirs de virus mais ne présentent aucun signe apparent de syphilis. Voilà, qui prouverait, si cela était encore nécessaire, l'éminente place qu'il convient de donner à la Biotypologie!

La valeur physiologique de l'organisme doit aussi être placée au premier plan : le jeune lapin ne présentera pas trace de chancre; les lésions se généraliseront d'emblée. Le lapin adulte et vigoureux fera un chancre géant! La thyroïdectomie, en abaissant la marge des activités fonctionnelles, augmente la gravité de l'infection.

Chaque organe présente aussi une individualité par rapport à l'infection : les ganglions des animaux syphilisés sont virulents mais une injection de spirochètes dans les ganglions ne provoque pas l'infection.

Le cerveau qui est attaqué tardivement et qui recèle des tréponèmes de formes particulières (Levaditi) est incapable de transmettre la syphilis à l'animal (Bessemans).

Les phases de l'infection se dessinent lorsqu'on suit l'évolution locale du spirille injecté dans un organe : A. Bessemans et J. Van Hoelst[6] notent par exemple dans le testicule du lapin une diminution puis une augmentation progressive du nombre des microbes jusqu'à l'apparition du syphilome testiculaire; à ce moment, les spirilles deviennent moins virulents.

⁂

Le rythme des réactions aux réinfections syphilitiques a été décrit par Charles Richet fils et ses collaborateurs[7]. En inoculant le virus Truffi atténué dans le derme de l'oreille, le lapin ne présente pas de chancre. Mais si 80 jours après, on réinocule un virus Truffi normal par voie scrotale à ce même lapin, il fera souvent un chan-

6. *C. R. des séances de la Société de Biologie*, 3 juillet, 1935, p. 240.

7. *Bull. de l'Académie de Médecine*, tome CXIII, nº 8, 1935.

cre hypertrophique aboutissant à l'escarre massive.

Dans un deuxième mémoire, Charles Richet fils[8] montre que suivant les lapins en expérience le mode de réaction varie : au lieu de chancres géants on peut voir des chancres nains. L'incubation est extrêmement variable; tantôt raccourcie; tantôt normale; tantôt prolongée; l'évolution est généralement courte, et la réaction sérologique de Meinicke le plus souvent atténuée.

Dans les mêmes conditions on peut assister au déroulement de syphilis dissociées ou décapitées :

1° Absence de chancre mais positivité du Meinicke;

2° Chancres sans tréponèmes visibles à l'ultra;

3° Chancres avec Meinicke restant négatif.

La nature et le nombre de tréponèmes inoculés ainsi que l'intervalle entre injection et réinjection étant semblables, on est amené à accorder le rôle prépondérant au terrain.

Si on poursuit les réinoculations chez le lapin, les inter-réactions deviennent si compliquées qu'on retombe dans des données inextricables comme en clinique humaine où j'ai précédemment montré l'impossibilité de suivre les répercussions des scènes biologiques au cours de la vie.

Si du lapin nous passons à la souris blanche des révélations plus sensationnelles nous serons faites. Je viens de lire le mémoire de Georges Stroesco et de A. Vaisman, élèves de Levaditi.

Ce mémoire est intitulé « Nouvelles données sur la syphilis expérimentale cliniquement inapparente de la souris »[9]. Le texte et les belles planches montrent l'envahissement du corps de la souris par les spirilles! Les auteurs ne nous épargnent aucune localisation. De petites vrilles rendues visibles par l'imprégnation argentique s'insinuent et taraudent la peau surtout autour et dans les poils; les muqueuses surtout celles du nez; les parois vasculaires.

Après le 100e jour, le tréponéma pallidum pénètre dans l'épaisseur des nerfs, soit dans le périnévrilème, soit, plus rarement, à l'intérieur des ramifications nerveuses dermiques.

Il faut lire complètement cette description. Ensuite lorsque le livre est fermé et qu'on réfléchit à l'opposition entre l'envahissement tréponémique d'une part et d'autre part l'absence de réaction inflammatoire et la nullité des manifestations pathologiques, on se sent contraint d'admettre la prédominance des propriétés physiologiques de l'ensemble de l'organisme dans l'apparition ou dans l'absence des syndromes cliniques.

Les recherches expérimentales démontrent aussi l'importance primordiale des phases biologiques se succédant au cours de la durée et faisant défiler des modes de réactions si différents qu'on est obligé de placer au premier plan la teneur psycho-physiologique des moments successifs de la durée.

Ni le sujet ni le microbe ne sont les protagonistes mais l'individualité propre, si je puis m'exprimer ainsi, du dynamisme en continuel transformation de l'organisme sous le déclic de l'infection.

⁂

Bien que dans de certaines conditions, les tréponèmes produisent chez certains animaux un envahissement inapparent et aboutissent à des périodes indéfinies de latence, on n'a guère tenté de syphiliser les animaux, comme on les a tuberculisés, pour réaliser un état définitivement réfractaire.

De tout temps, la chimiothérapie a été préférée dans la lutte contre la syphilis! Les anciens médecins persans utilisaient déjà l'étuve au cinabre. Le mercure, si vanté même chez nous, a passé de mode. Cette défaveur est injuste. Favre récemment a eu le courage de le déclarer hautement[10]. Les arsénobenzènes sont favoris. Mais nous limitant au début des maladies, c'est au bismuth que nous arrêterons l'attention du lecteur. Nous choisissons le Bismuth, uniquement parce qu'il a été utilisé par Levaditi, pour effectuer des recherches d'une grande portée.

On a parlé d'une phase préserologique de la syphilis. Mais il peut même exister une phase antérieure au chancre. Or, Levaditi a eu l'audace de proposer un barrage au devant de l'infection syphilitique menaçante. Cette expérience mémorable a été tentée d'abord sur le chimpanzé.

Levaditi a démontré qu'en produisant une imprégnation de l'organisme par le Bismuth, le spirille ne peut prendre pied dans l'organisme du chimpanzé.

Comme dans toute méthode biologique, il faut introduire dans l'organisme la dose juste nécessaire : au-dessus et au-dessous d'une certaine marge l'organisme pourrait en souffrir. Après quelques tâtonnements, Levaditi a réussi à empêcher les chimpanzés en expérience de contracter la syphilis.

C'est en Pologne, dans le milieu des prosti-

8. *Bull. de l'Académie de Médecine*, tome CXIII, n° 16, 16 avril 1935.

9. *Bull. de l'Académie des Sciences*, séance du 12 mai 1936, 100e année, 3e série, tome CXV, n° 18.

10. *Le Progrès Medical* n° 45, p. 1917, 1930.

tuées, que la première application de cette belle découverte a été réalisée sur l'Homme. Le Dr Sonnenberg écrit : « les statistiques démontrent que le bismuth employé préventivement, à pu mettre nos prostituées à l'abri de la Syphilis pendant 9, 8, 7, etc. ans. Dans d'autres conditions, ces prostituées seraient depuis longtemps victimes du fléau vénérien. D'un autre côté, ces chiffres nous renseignent, d'une manière parfaite, sur la tolérance envers le bismuth, tolérance encore non soupçonnée : toutes les femmes traitées pendant des années, sans interruption, restaient saines » [11].

***

En parcourant les revues annuelles de médecine, on est frappé du nombre des accidents provoqués par les médicaments. La syphilis traitée paie son tribut comme les autres maladies. Le mercure, l'arsenic, le bismuth, l'or entraînent des syndromes variés. Le médicament, venant ajouter son action, au milieu des rythmes fonctionnels plus ou moins modifiés par la syphilis, ne se cantonnera pas nécessairement dans l'action salutaire que le médecin recherche.

Son action toxique se fera sentir spécialement en cas de prédisposition individuelle. Les sympathicotoniques, sous l'influence des arsénobenzènes, seront atteints d'une vaso-dilatation brusque, toujours désagréable et parfois dangereuse (crise nitritoïde de Milian). Le sympathique souvent est irritable dans un segment limité : aussi au cours de l'injection d'arsénobenzène, peut-on observer des complications localisées : sialorrhée abondante, rapidement hémorragique, œdème pulmonaire, avortement avec hémorragie, apoplexie séreuse.

Mais, en dehors d'une intoxication directe par le médicament, l'entrejeu de l'action thérapeutique, de la continuation du cours de la syphilis et des rythmes fonctionnels de l'individu conduit à des phases de réactivité particulières. A propos de celles-ci des discussions interminables sont entamées : les uns placent au premier plan une offensive nouvelle du tréponème; d'autres le réveil d'infections latentes, d'autres la simple manifestation d'une intolérance individuelle.

Chaque cas particulier mériterait d'être analysé isolément.

Les rythmes fonctionnels des sujets normaux s'harmonisent d'une manière si diverse qu'il ne faudrait pas s'étonner des variations quand deux atouts nouveaux, l'infection de la syphilis et l'intoxication du médicament, viennent s'ajouter à l'élan spontané de la vie.

Si on prenait le soin de tâter la sensibilité individuelle de chaque sujet les accidents ne seraient pas aussi fréquents. L'étude des rythmes chimiques au cours d'un traitement permettrait d'éviter les troubles hépatiques et rénaux. Les courbes de pression artérielle éviteraient la crise nitritoïde. La stomatite d'alarme précède la stomatite mercurielle véritable. Le prurit, l'œdème, l'érythème localisé annonce l'érythrodermie vésiculo-œdémateuse [12].

Nous sommes donc amenés en thérapeutique à conseiller de suivre les dérythmies légères qui se laissent voir au début d'un traitement, de même que nous nous attachons à démontrer que les maladies sont précédées de phases dérythmiques prolongées avant d'étaler les syndromes tapageurs que les traités de médecine décrivent.

Docteur René Porak.

11. Cité par C. Levaditi. Métalloprévention de la syphilis. *Paris Médical*, 7 mars 1936.

12. *Bulletin général de Thérapeutique*, numéro consacré aux accidents du traitement antisyphilitique, Tome 107, nº 3, 1936. *Gazette des Hôpitaux*, 1936. nos 64, 67 et 69. Revue générale sur le Biotropisme, par Monnerot-Dumaine.

L'EFFET RAMAN ET LA CHIMIE

Introduction.

Lorsque de petites particules matérielles en suspension se trouvent sur le trajet d'un faisceau lumineux, elles diffusent dans toutes les directions une partie de la lumière qui les frappe. C'est la diffusion latérale de la lumière par les particules qui rend visible le trajet des faisceaux lumineux dans l'obscurité. On peut « voir » ainsi le pinceau lumineux du soleil qui pénètre dans une chambre obscure, où flottent des grains de poussière, le faisceau du projecteur dans une salle de cinéma remplie de fumée de tabac, ou celui des phares d'automobile par temps de brume. Lorsque les particules diffusantes sont très petites, la lumière diffusée est bleuâtre, même lorsque la lumière incidente est blanche. Les radiations de petite longueur d'onde (bleu et violet) sont diffusées davantage que les radiations rouges et jaunes.

Une diffusion latérale plus faible de la lumière subsiste encore pour les gaz ou les liquides transparents, même lorsqu'on a pris les plus grands soins pour les débarrasser de toute poussière en suspension.

Dans ce cas ce sont les molécules elles-mêmes qui diffusent la lumière et le phénomène porte alors le nom de *diffusion moléculaire* [1]. La constatation expérimentale de l'existence de la diffusion moléculaire est une preuve directe de l'existence des molécules, c'est-à-dire de la structure discontinue de la matière.

Ainsi, la lumière bleue du ciel est due à la diffusion de la lumière du soleil par les molécules des gaz qui constituent l'air.

En étudiant systématiquement l'intensité et la polarisation de la lumière ainsi diffusée à angle droit du faisceau incident par les diverses substances transparentes, on a pu obtenir des renseignements intéressants en ce qui concerne la grosseur et la forme des molécules diffusantes. On a pu calculer en particulier le nombre de molécules d'un gaz contenu dans un volume donné et déterminer ainsi le nombre d'Avogadro qui indique combien de molécules il y a dans une molécule-gramme. Le nombre ainsi obtenu $N = 6.10^{23}$ est en bon accord avec le résultat d'autres méthodes de détermination, basées sur des principes tout différents [2].

1. La réalité de la diffusion moléculaire a été mise en évidence par des physiciens français : pour les liquides dès 1869 par Lallemand, pour les gaz en 1915 par J. Cabannes.

2. On trouvera des renseignements détaillés dans le livre de M. Jean Cabannes : La diffusion moléculaire de la lumière.

L'effet Raman est un effet secondaire qui accompagne la diffusion moléculaire. Il a été découvert en 1928 par le physicien hindou Raman. Voici dans quelles conditions : au lieu d'éclairer le milieu à étudier par un faisceau de lumière blanche (soleil, arc au charbon ou lampe à incandescence), Raman utilisait une lumière incidente formée de radiations monochromatiques : les raies de l'arc au mercure ; et il décomposait la lumière diffusée à angle droit avec un appareil à prismes qui en donnait un spectre s'inscrivant sur une plaque photographique.

Dans ces conditions, on constate que la lumière diffusée est formée des mêmes radiations que la lumière incidente avec des proportions d'intensité différentes, puisque les radiations sont d'autant plus diffusées que leur longueur d'onde est plus courte. Mais sur les clichés photographiques ayant été obtenus avec une longue durée de pose et où ces radiations étaient surexposées, Raman constatait l'existence de *raies nouvelles correspondant à des radiations non contenues dans la lumière incidente*. Ces raies de faible intensité se groupent au voisinage des raies incidentes intenses, chaque raie incidente de fréquence N étant accompagnée d'un certain nombre de satellites appelés aujourd'hui raies Raman de fréquences $N \pm n$. [3] L'ensemble de ces raies satellites se reproduit pour chaque raie intense de la lumière incidente, les différences de fréquence n entre la raie principale et ses satellites étant des constantes indépendantes de la fréquence N de la raie qui les engendre. En supprimant par des écrans colorés appropriés une radiation N dans la lumière incidente, on constate qu'avec cette raie, les raies satellites correspondantes disparaissent également dans le spectre de diffusion. C'est donc bien chaque radiation incidente N qui produit, par son interaction avec le milieu éclairé, le groupe de raies satellites auprès d'elle. On donne pour cette raison aux radiations incidentes N le nom de « raies excitatrices » et aux raies satellites le nom de raies Raman. L'ensemble des radiations Raman qui se reproduisent auprès de chaque raie excitatrice et qu'on peut caractériser

3. Les raies Raman dont la fréquence est inférieure à celle de la raie incidente (N-n) s'appellent raies négatives ou raies Stokes.

Les raies dont la fréquence est supérieure à celle de la raie incidente (N + n) s'appellent raies positives ou antistokes. Les positions des raies positives et négatives sont symétriques par rapport à la raie incidente N, mais l'intensité des raies positives est plus faible que celle des raies négatives correspondantes.

par les différences de fréquences n par rapport à la raie excitatrice, s'appelle le spectre Raman du corps diffusant, et l'on a l'habitude d'appeler fréquences Raman du milieu diffusant les nombres n minimum la lumière diffusée par les parois du tube. La lumière diffusée latéralement par le liquide est concentrée par une lentille L sur la fente f d'un spectrographe.

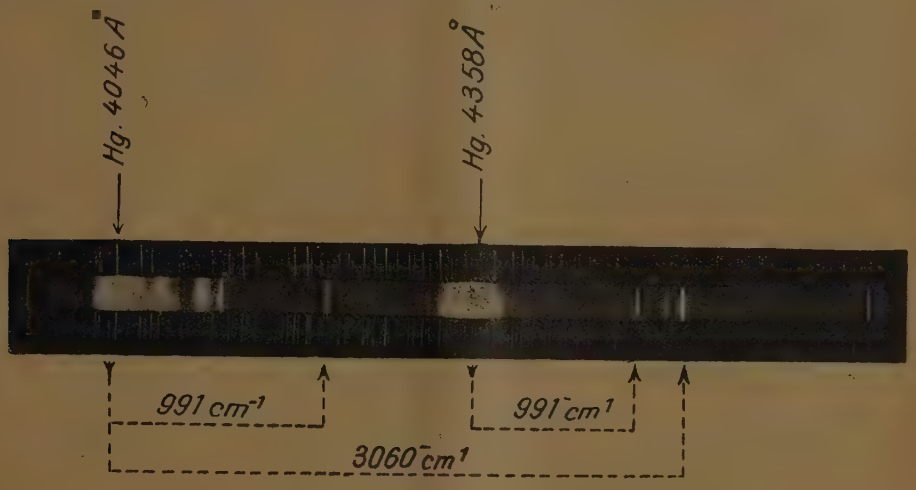

Fig. 1. — *Spectre Raman du benzène liquide.*
Excitation par les raies $\lambda = 4046$ Å et $\lambda = 4358$ Å de l'arc au mercure.
De part et d'autre, spectre repère d'arc au fer.

exprimés en nombres d'onde par centimètre (cm.$^{-1}$). *L'expérience a montré en effet, qu'en remplaçant un liquide diffusant par un autre de nature différente, on obtient un autre spectre Raman caractérisé par un ensemble de raies satellites avec d'autres fréquences* n.

Les radiations de fréquences n ne dépendent donc pas de la fréquence de la lumière incidente, mais elles sont caractéristiques du milieu éclairé. Chaque composé chimique défini est caractérisé par le spectre Raman de la lumière qu'il diffuse. On conçoit donc l'intérêt qu'a eu cette découverte pour la chimie. Dans l'effet Raman le physicien a fait cadeau au chimiste d'une nouvelle méthode d'investigation pour caractériser les molécules et étudier leurs propriétés.

Technique pour l'obtention des spectres Raman.

Le montage pour l'obtention des spectres Raman d'un liquide comporte les pièces suivantes :

1° La source lumineuse S qui est en général un arc à mercure avec un système condenseur C qui projette l'image O de l'arc à l'intérieur du tube T contenant le liquide à étudier.

2° Le tube T en verre est cylindrique. Il est terminé par une face plane m qui sert de face d'observation. Le fond opposé du tube est recourbé à angle droit et noirci de façon à réduire au

3° Le spectrographe décompose la lumière et l'on enregistre le spectre de diffusion sur la

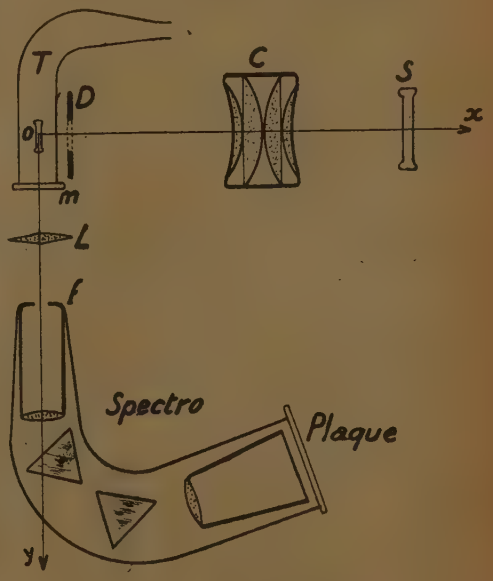

Fig. 2.

plaque photographique. Des spectres de comparaison (arc au fer) permettent de repérer sur la plaque développée, fixée et séchée, les longueurs d'onde des raies Raman.

L'intensité des raies Raman étant très faible,

il est nécessaire pour réduire les durées de pose, d'avoir des spectrographes très lumineux. Des spectrographes adaptés à l'étude de l'effet Raman répondant à cette exigence, ont été créés par des techniciens compétents [4].

A titre d'exemple, signalons que l'obtention d'un bon spectre Raman d'un liquide demande des poses variant de 1/2 heure à quelques heures. La photographie du spectre Raman d'un gaz peut exiger des durées de pose de plusieurs jours.

Facteur de dépolarisation des raies Raman. — Lorsqu'on place un prisme biréfringent sur le faisceau diffusé entre le tube T et la fente du spectrographe, on sépare les vibrations d'intensité I perpendiculaires au faisceau incident des vibrations d'intensité i parallèles à ce faisceau. On obtient alors sur la plaque deux spectres juxtaposés qui permettent de mesurer pour chaque raie Raman le rapport $\rho = \frac{i}{I}$ qu'on appelle facteur de dépolarisation. Nous verrons plus loin l'intérêt de la connaissance de cette grandeur.

Pour les détails techniques, le lecteur est prié de se reporter à l'excellent petit livre de M. P. Daure : « Introduction à l'Etude de l'Effet Raman. Ses applications chimiques » (Editions de la *Revue d'Optique*).

⁂

Nous allons maintenant envisager le parti que peut tirer le chimiste de cette étude [5].

L'étude des spectres de diffusion présente, pour le chimiste, un intérêt à différents points de vue que nous pouvons essayer de classer suivant un ordre hiérarchique :

1° On peut s'en servir pour *identifier des corps purs et découvrir des composés nouveaux ;*

2° C'est une nouvelle méthode physique d'investigation qui contribue à élucider des *problèmes de constitution chimique* et de *marche de réaction ;*

3° C'est une nouvelle méthode féconde qui nous aide à atteindre un des buts essentiels de la physicochimie : la connaissance de la *structure des molécules.*

Nous allons montrer sur quelques exemples quel service peut rendre l'étude de l'effet Raman à ces trois points de vue.

4. M. J. Cojan, directeur technique de la Société générale d'Optique, a réalisé d'excellents spectrographes spécialement étudiés pour les recherches sur l'effet Raman.

5. L'étude la plus complète sur l'effet Raman et ses applications chimiques parue jusqu'à ce jour est le livre allemand de Kohlrausch intitulé « Der Smekal-Raman Effekt », paru en 1931 (392 pages, collection « Struktur der Materie »). Dans la suite nous allons nous y référer par le mot « Kohlrausch ».

I. — Effet Raman : Procédé d'analyse spectrale pour identifier des corps composés et pour découvrir des composés nouveaux.

Le premier travail entrepris dans ce domaine a été d'établir un atlas des spectres Raman des divers corps composés connus et de caractériser chaque composé transparent par son spectre qui peut servir en quelque sorte de « fiche anthropométrique ». L'expérience a montré que le spectre Raman de la plupart des mélangés n'est que la superposition des spectres des corps purs composants. On peut donc se servir de ces spectres types pour identifier les corps dans un mélange. Cette méthode est surtout utile en Chimie Organique, où les composés sont très complexes et où le chimiste se débrouille souvent difficilement. C'est ainsi que M. Andant a pu entreprendre avec succès, par l'effet Raman, l'analyse des essences de pétrole et le repérage spectrographique de leurs constituants [6]. L'effet Raman fournit un moyen particulièrement délicat pour différencier plusieurs isomères dans un mélange. La série terpénique où le nombre des isomères est considérable, fournit un champ d'application tout particulièrement indiqué pour la spectrographie Raman. M. le Professeur Dupont en a entrepris l'étude avec ses collaborateurs [7]. Kohlrausch et ses élèves ont étudié de même les dérivés polysubstitués du benzène et de leurs produits de substitution, substances très difficiles à identifier par d'autres méthodes.

Dans la séparation des mélanges complexes par distillation fractionnée l'étude des spectres Raman des diverses fractions constitue une des meilleures méthodes de contrôle de fractionnement. Bref, on peut dire que la spectrographie Raman a doté le chimiste d'un nouveau sens d'investigation visuelle, là où presque aveugle, il tâtonnait avant péniblement. Le lecteur désireux d'approfondir ce chapitre trouvera dans le périodique « Chimie et Industrie », vol. 33 (septembre 1935), un article intéressant de M. Léon Piaux sur « Les Applications Analytiques de l'Effet Raman en Chimie Organique ».

En Chimie Minérale on a affaire en général à des composés plus simples, faciles à identifier, mais il y a aussi des domaines de composés complexes formant souvent des mélanges assez compliqués où le chimiste est heureux de trouver un guide. C'est par exemple le cas des composés

6. Andant : Emploi de la Spectrographie Raman pour l'analyse des essences ; communication au XIV^e^ congrès de chimie industrielle.

7. *Bulletin de la Soc. Chim. France*, 49 (1931), p. 1401 et 51 (1932), p. 921.

complexes proprement dits qui sont nombreux et variés et en particulier des polyacides (acides phosphoriques, acides siliciques, acides dérivant des métaux : Cr, V, Mo et W). Des tentatives intéressantes de spectrographie Raman ont été faites dans ce domaine, notamment pour les cyanures complexes et les éthers des acides siliciques [8]. Mais de grosses difficultés techniques sont encore à vaincre.

L'étude de l'effet Raman des mélanges a permis de découvrir des composés nouveaux ou de confirmer l'existence de corps que d'autres indices permettent d'entrevoir sans les caractériser nettement. — Chaque fois que le spectre Raman d'un mélange n'est pas la superposition pure et simple des spectres des constituants, on peut dire qu'il y a réaction chimique entre ceux-ci. Une influence mutuelle des constituants se révèle par un déplacement et un changement d'intensité et d'aspect de leurs raies Raman. L'apparition de nouvelles raies est l'indice de la formation d'un composé nouveau.

Ainsi Trumpy [9] a pu mettre en évidence dans les mélanges de $SnCl^4$ et $SnBr^4$ la formation des composés intermédiaires, $SnCl^3Br$, $SnCl^2Br^2$, $SnCl Br^3$, identifiés par leurs spectres Raman.

De Silveira [10] a trouvé dans les solutions aqueuses des sels de magnésium les raies $n = 376$ et $n = 1654$ cm^{-1} attribuées à un hydrate de l'ion Mg^{++}.

Enfin récemment (octobre 1935) Jean Chedin à Paris et Gopala Pai à Calcutta [11] ont montré l'existence, dans les oléums, du composé $S^2O^7H^2$ dont les raies caractéristiques ont été déterminées.

$S^2O^7H^2$ correspond à un oléum à 45 %.

Dans les oléums inférieurs à ce titre les raies de SO^3 ne paraissent pas, mais on observe les raies de SO^4H^2 et des raies nouvelles attribuées à $S^2O^7H^2$.

Dans les oléums de 50 % et plus, les raies de SO^4H^2 sont devenues très faibles et les raies de SO^3 apparaissent de plus en plus fortement à côté de celles de $S^2O^7H^2$.

Nous aurons l'occasion de citer plus loin quelques autres exemples d'association moléculaire révélées par l'Effet Raman.

8. Weiler : Smekal-Raman Effekt an anorganischen Stoffen. Naturwissenschaften 1935, p. 123 et 139. Voir p. 143 pour les éthers siliciques.

9. Kohlrausch : Smekal-Raman Effekt, p. 252.

10. De Silveira : C. R. 194 (1932), p. 1336.

11. J. Chedin : C. R. 201 (1935) p. 724 ; G. Pai : Phil. Mag. 20 (1935) p. 616.

II. — Contribution de l'effet Raman aux problèmes de constitution chimique et à l'étude des réactions.

1° *La présence des raies Raman est liée à l'existence de liaisons homéopolaires.* — Les composés qui ne possèdent que des liaisons ioniques ne donnent pas de Spectre Raman (KCl, etc...) Krishnamurti [12] a montré, en étudiant la série des halogénures de Zn — Cd — Hg que les raies Raman apparaissent et s'intensifient dans l'ordre dans lequel la conductibilité électrique des solutions aqueuses diminue.

D'autres exemples intéressants de séries homologues où le caractère homéopolaire de la liaison se transforme progressivement en caractère ionique sont fournis par les composés de type $X Cl^3H$ et $X Br^3H$, où les symboles X représentent les éléments de la 4e colonne du tableau périodique. Les spectres Raman de ces composés ont été étudiés au laboratoire du Professeur Georges Urbain à Paris par M. H. Volkringer et ses collaborateurs [13] : le chloroforme CCl^3H et le silicichloroforme $Si Cl^3H$ constituent, même en solution aqueuse, des blocs moléculaires non dissociés, la liaison de l'atome d'hydrogène est de caractère homéopolaire et caractérisée par les raies Raman 3018 cm^{-1} dans le premier et 2258 cm^{-1} dans le second de ces composés. Les composés analogues du germanium et de l'étain $[Ge Cl^3]^- H^+$ et $[Sn Cl^3]^- H^+$ sont au contraire dissociés en solution aqueuse, et les raies Raman correspondant à la liaison de l'atome d'hydrogène font défaut. Ces composés portent le nom d'acides germanostanniques et d'acides chlorostanniques. On observe une différenciation analogue dans la série des bromoformes.

Les acides halogénés HCl, HBr, HI donnent à l'état gazeux et liquéfiés des raies Raman qui disparaissent en solution aqueuse. Ce fait montre le caractère homéopolaire de leur liaison en absence de solvant.

En général les raies Raman correspondent donc à des « vibrations internes » d'un *bloc homéopolaire* indépendant ou faisant partie d'une molécule (molécule ou ion complexe).

Toute modification de constitution moléculaire doit donc se révéler dans le spectre Raman.

2° *La dissociation électrolytique d'un corps mis en présence de l'eau,* fournit de tels exemples typiques de modifications moléculaires.

12. Krishamurti : *Indian Journal of Physics*, 5 (1930), p. 113.

13. C. R. 199 (1934), p. 292 et 200 (1935), p. 1758.

A cet égard l'étude des spectres Raman des solutions aqueuses diluées et concentrées des acides NO^3H et SO^4H^2 a donné des résultats intéressants.

NO^3H a été étudié en solution diluée par Rao[14] et en solution concentrée par Médard et Volkringer[15].

Les raies 612, 674, 922, 1295, 1537 et 1679 cm^{-1} s'affaiblissent vite lorsqu'on dilue l'acide concentré. Elles sont donc émises par la molécule NO^3H non dissociée. La raie 1045 cm^{-1} au contraire, très faible dans l'acide concentré, se renforce lorsqu'on dilue. Elle appartient à l'ion $[NO^3]$ et est fournie également par les solutions des nitrates alcalins. En faisant une étude quantitative de son intensité en fonction de la dilution, Rao a pu étudier le degré de dissociation de l'acide azotique.

SO^4H^2 : ses solutions étudiées par Nisi et Woodward[16] ont fourni trois groupes de raies : les raies de la molécule non dissociée seules présentes dans l'acide à 100 % ; la raie 1045 cm^{-1} observée dans les solutions de concentration moyenne et dans celle de $[SO^4H]K$ est attribuée à l'ion $[SO^4H]$; et la raie 980 cm^{-1} commune aux solutions diluées d'acide sulfurique et aux sulfates alcalins appartient à l'ion $[SO^4]$.

Après ces exemples de dissociation électrolytique, voici un exemple de *dissociation thermique* : l'étude du spectre Raman de l'anhydride sulfurique liquide à diverses températures faite par Bhagavantam[17] a mis en évidence la réaction d'équilibre :

$$S^2O^6 \rightleftharpoons 2SO^3 \qquad (2)$$

A chacune de ces deux molécules en présence on peut attribuer un groupe de raies caractéristiques (tableau 6). A basse température on n'observe que le groupe de raies attribuées à S^2O^6. A mesure que la température s'élève et que la molécule S^2O^6 se dédouble, ce groupe de raies diminue d'intensité et le groupe de raies de la molécule SO^3 augmente d'intensité.

De même que les dissociations, les *associations moléculaires* se révèlent par le spectre Raman. Ainsi une solution de chlorure mercurique fournit la raie Raman $n = 313$ cm^{-1}. Lorsqu'on ajoute des quantités croissantes de NH^4Cl à cette solution, on voit faiblir la raie 313 cm^{-1} et apparaître une nouvelle raie $n' = 270$ cm^{-1} ; cette dernière raie subsistant seule pour des concentrations en NH^4Cl égales ou supérieures à celle de deux molécules de NH^4Cl pour 1 molécule $HgCl^2$. La

Tableau 1 Fréquences Raman des trihalogénures

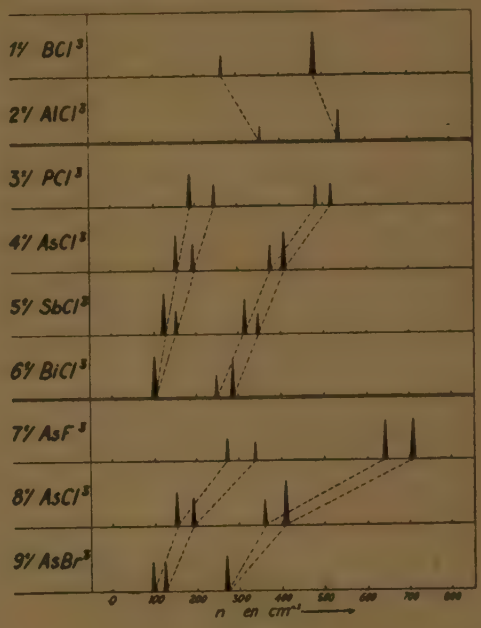

Fig. 3.

présence de cette nouvelle raie confirme donc l'existence du sel complexe $[HgCl^4](NH^4)^2$ ou

Tableau 2 Fréquences Raman des tétrahalogénures

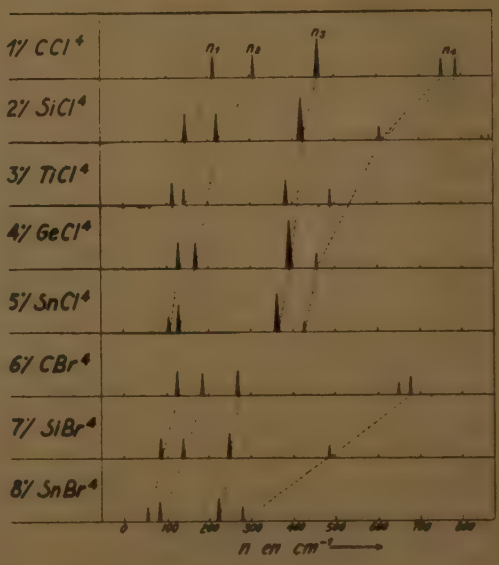

Fig. 4.

$HgCl^2$, 2 NH^4Cl non dissocié en solution aqueuse. Les cristaux de ce sel qui ont pu être isolés

14. Kohlrausch : p. 253, 257.
15. Medard et Volkringer : C. R. 197 (1935) p. 833.
16. Kohlrausch : p. 257-258.
17. Voir G. Pai : loc. cit.

Tableau 2[α] Fréquences Raman des tétrachlorures XCl^4 en fonction du nombre atomique de l'élément de base X

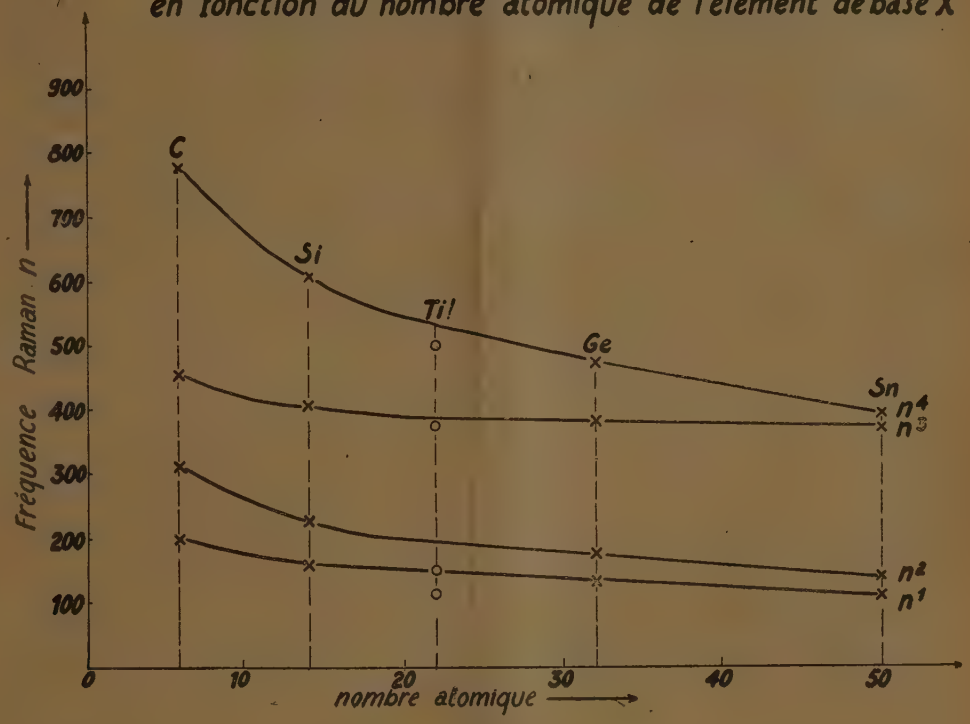

Fig. 5.

Tableau 3 Fréquences Raman de XCl^3H et XBr^3H

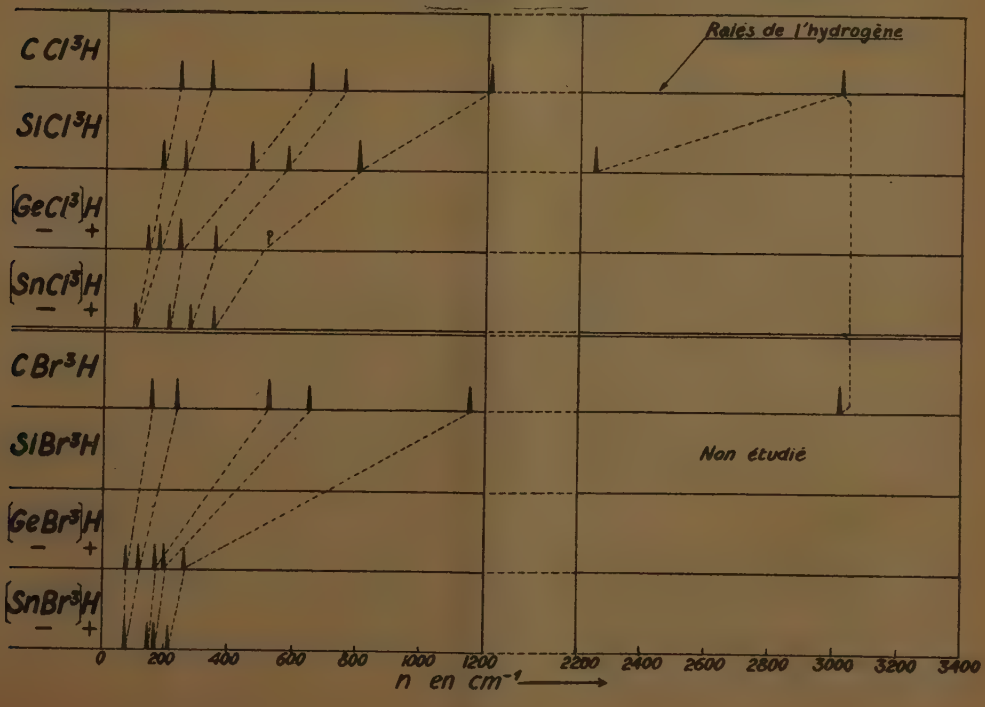

Fig. 6.

Tableau 4 *Fréquences Raman de la vibration symétrique des ions (XO^3) en fonction du nombre atomique de l'élément de base X*

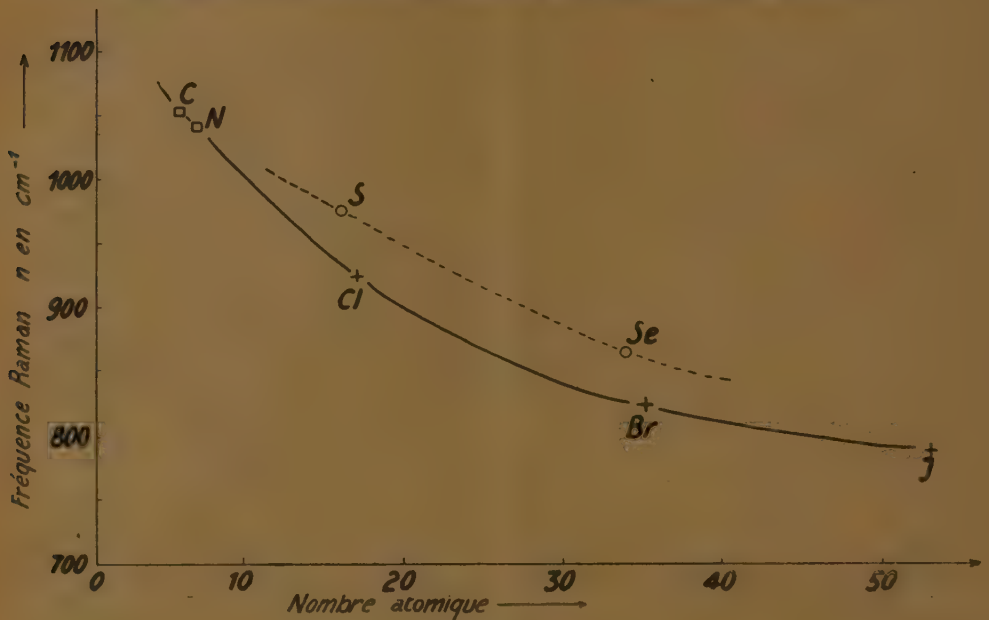

Fig. 7.

Tableau 5 *Fréquences Raman de la vibration des ions (XO^4) en fonction du nombre atomique de l'élément de base X*

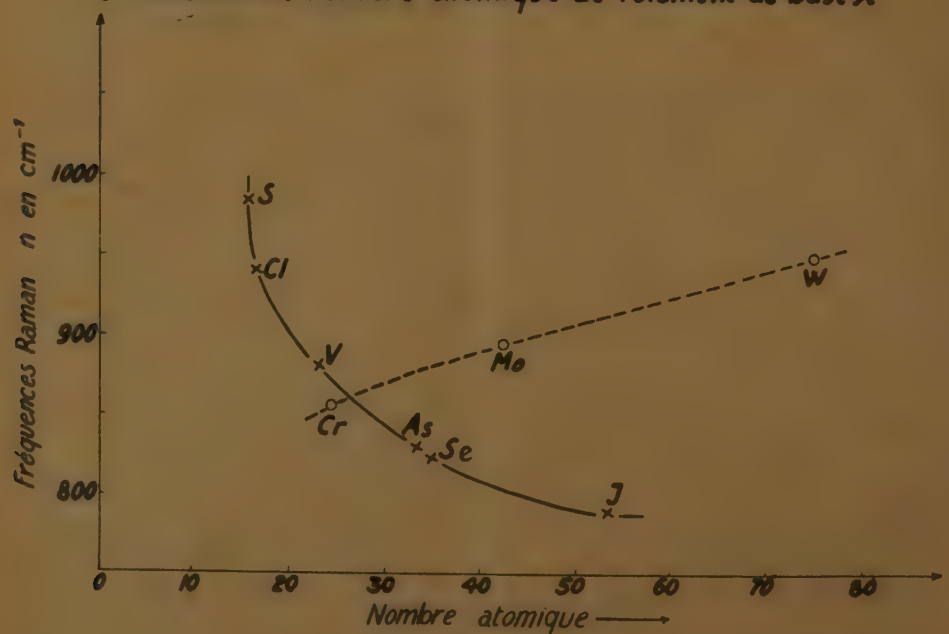

Fig. 8.

fournissent cette même raie. L'observation des spectres Raman permet donc de constater la formation de sels complexes en solution, et d'étudier leur équilibre avec les constituants.

3° *Etude comparée des spectres Raman des composés de constitution semblable.* — En comparant systématiquement les spectres Raman de composés de constitution chimique analogue, on a pu découvrir une parenté frappante entre la structure de leurs spectres. On a pu dégager ainsi deux règles empiriques qui sont les suivantes :

a) Les composés de constitution semblable ont des spectres analogues. Les raies correspondantes de leurs spectres obéissent à des lois de déplacement, en relation avec le tableau périodique des éléments.

b) L'existence d'un radical typique ou d'une fonction chimique spécifique dans une molécule se manifeste dans le spectre Raman par la présence d'une ou plusieurs raies caractéristiques du radical ou du groupement fonctionnel.

Nous allons illustrer ces deux règles importantes à l'aide de quelques exemples :

D'abord la première :

a) *Analogie des spectres Raman de composés semblables. Lois de déplacement.*

Dès 1929 P. Daure[18] avait signalé l'analogie frappante entre les spectres Raman des composés de type XCl^3 d'une part et de type XCl^4 d'autre part. Les tableaux et graphiques 1 à 5 expriment quelques-unes de ces règles empiriques qui se dégagent de la comparaison des spectres Raman des groupes de corps de constitution analogue[19].

Tableau 6 Fréquences Raman des composés oxygénés du soufre

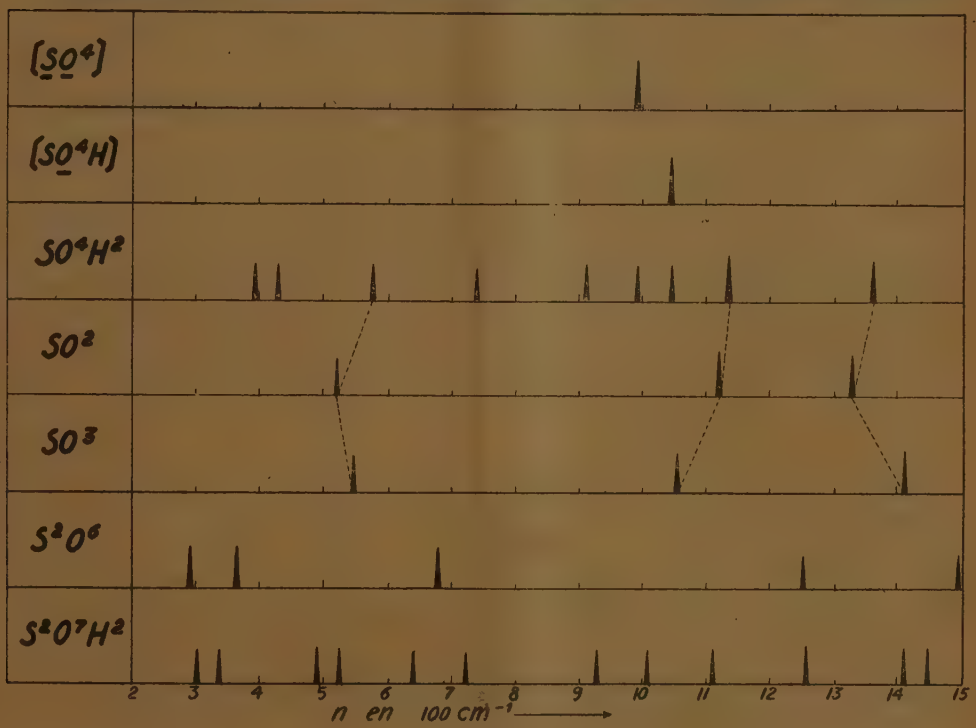

Fig. 9.

1° XCl^3 : X = B, Al, P, As, Sb, Bi.

2° XCl^4 et 2 *a*) XBr^4 : X = C, Si, Ti, Ge, Su.

3° XCl^3H et 3 *a*) XBr^3H : X = C, Si, Ge, Sn.

4° Anions XO^3 : X = C, N, S, Se, Cl, Br, J.

5° Anions XO^4 : X = S, Cl, As, Se, J, V, Cr, Mo, W.

Dans ces *tableaux* sont juxtaposés les spectres Raman des composés analogues. Ces spectres sont schématisés : les raies sont représentées par des traits verticaux dont la longueur et l'épaisseur

18. P. Daure : Thèse, Ann. de Physique, 12 (1929), p. 375.

19. La plupart de ces tableaux sont extraits du travail de J. Weiler : loc. cit.

représentent l'intensité des raies. Les abscisses ont été dessinées proportionnelles aux fréquences Raman (nombres d'onde en cm^{-1}).

Les *graphiques* ont été construits en portant en abscisse les nombres atomiques des éléments de base X et en ordonnée les fréquences Raman. Les points correspondants sont reliés par des courbes. La régularité de ces courbes montre que l'analogie qualitative des spectres révélée par les tableaux doit pouvoir se formuler quantitativement. L'analyse des graphiques montre donc l'existence de lois de déplacement analogues aux lois qui régissent les spectres d'émission des atomes. Ici encore, d'après la parenté des spectres Raman de leurs composés, les éléments se divisent en plusieurs groupes qui correspondent aux familles naturelles (colonnes du tableau périodique). Ainsi chez les composés XCl^3 le sens de variation est différent pour les éléments de la 3e colonne (B, Al) et de la 5e colonne (P, As, Sb, Bi) du tableau périodique.

Chez les composés XCl^4 le titane (Ti) se classe à part, en accord avec sa position dans le tableau périodique.

L'examen des fréquences Raman des ions $[XO^4]$ montre que les éléments se divisent ici en deux groupes : les éléments à couches électroniques internes saturés et les éléments à couches électroniques internes incomplètes (Cr, Mo, W).

Les fréquences Raman des composés de même type dépendent donc de la structure électronique des éléments de base, elles ne sont pas uniquement fonction du nombre atomique comme les fréquences des raies de Rœntgen.

b) *Spectres Raman et fonction chimique. — Raies fonctionnelles. Vibrations caractéristiques des radicaux.*

Le tableau 6 montre que le spectre Raman de l'acide sulfurique concentré $SO^2{<}^{OH}_{OH}$ présente un groupe de trois raies de fréquences très voisines de celles des trois raies de la molécule d'anhydride sulfureux SO^2. Il est donc probable que ces trois raies doivent être attribuées au groupement ou radical SO^2 existant dans la molécule SO^4H^2.

En accumulant des données sur les spectres Raman on a constaté ainsi d'une manière générale que des corps composés possédant en commun un même radical ou un même groupement fonctionnel présentent tous dans leurs spectres une ou plusieurs raies Raman de fréquences voisines. Ces raies communes caractérisent le radical ou le groupement fonctionnel en question, et correspondent, comme nous verrons plus loin, à des « vibrations internes » de ce radical très peu influencées par le reste de la molécule. Ainsi toutes les substances contenant le radical ammonium

Tableau 7 *Spectre Raman de l'ammoniac et des sels ammoniacaux*

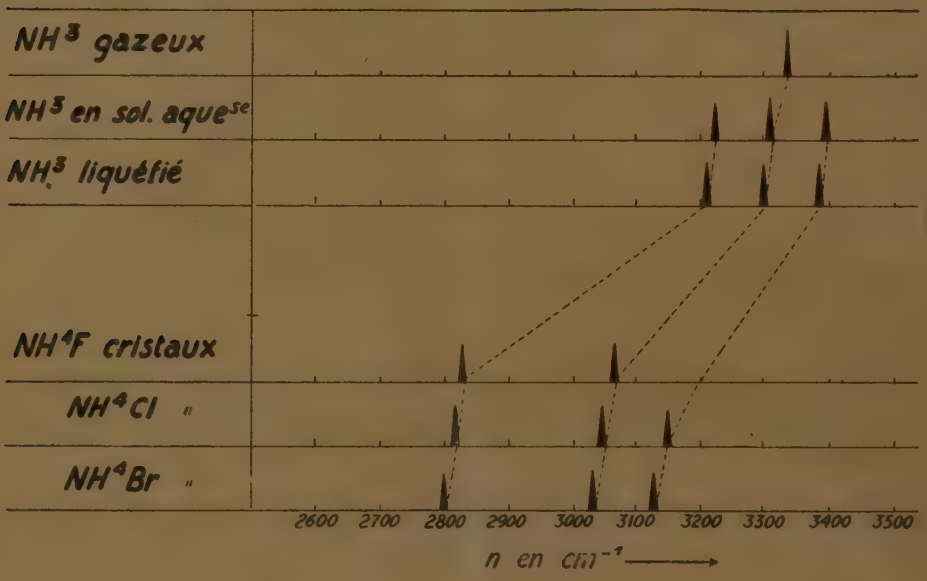

Fig. 10.

[NH^4], comme les solutions ammoniacales et les sels ammoniacaux, se caractérisent par un « triplet » de trois bandes Raman de fréquences voisines de 3.000 cm^{-1} (tableau 7). Tous les composés hydrogénés présentant la liaison C — H et non ionisés fournissent des raies Raman de fréquences élevées voisines de 3.000 cm^{-1}.

La recherche des fréquences Raman caractéristiques est surtout féconde en Chimie Organique, qui est le domaine des radicaux et groupements fonctionnels typiques. Toute « fonction chimique »: aldéhyde ou cétone $\rangle C=O$ —, nitrile — $C\equiv N$, la double liaison $C=C$ et la triple liaison $C\equiv C$ se caractérisent par des raies Raman dont la fréquence n'est pas absolument fixe, mais se meut dans un domaine propre très limité. Le tableau 8 montre ce fait pour quelques composés éthyléniques, et le tableau 9 indique en gros les domaines de fréquences correspondant aux diverses fonctions organiques les plus importantes.

TABLEAU 8.

Fréquence caractéristique de la double liaison. Influence des groupements voisins (d'après BOURGUEL).

Molécule :	Fréquence :
$CH^2=CH.\ CH^3$.	1.647 cm^{-1}
$CH^2=CH.\ CH^2OH$	1.646
$CH^2=CH.\ C^2H^5$	1.642
» » C^nH^{2n+1}	»
$CH^2=CH.\ C^7H^{15}$ (n)	1.642
$CH^2=CH.\ CH^2Cl$	1.640
$CH^2=CH.\ CO^2H$	1.638
$CH^2=CH.\ CO^2Br$	1 635
$CH^2=CH.\ C^6H^5$	1.631
$CH^2=CH.\ CHO$	1.618
$CH^2=CH.\ Cl$	1.608
$CH^2=CH.\ Br$	1.598

TABLEAU 9.

Fréquences caractéristiques des fonctions chimiques. (d'après PIAUX).

Fonction	Liaison	Fréquence moyenne
Ethylénique	$C=C$	1.640 cm^{-1}
Acétylénique	$C\equiv C$	2.200
Acide organique	$C=O$	1.660
Ether-sel	$C=O$	1.730
Aldéhyde ou cétone	$C=O$	1.720
Chlorure d'acide	$C=O$	1.780
Nitrile	$C\equiv N$	2.250
Carbylamine	$N\equiv C$	2.150
Noyaux benzénique	$C=C$	1.000
		1.600

La connaissance de ces domaines caractéristiques est très utile, car elle permet, par un simple coup d'œil sur le spectre Raman d'un corps composé, d'être renseigné sur les divers groupements fonctionnels qu'il contient. Souvent, ces renseignements ne peuvent être obtenus par ailleurs que par une étude chimique fort longue. Cette remarque montre tout l'intérêt de la spectrographie Raman pour le Chimiste. Ce procédé est facilité par le fait qu'il existe des domaines de fréquence très pauvres en raies : les composés aliphatiques ne possédant que de simples liaisons ne présentent aucune raie dans le domaine 1.500 — 2.800 cm^{-1}.

Une raie voisine de 1.600 cm^{-1} indique la présence d'une double liaison, une raie voisine de 2.200 cm^{-1}, celle d'une triple liaison, etc...

On a cherché à voir si ce rapport entre la fréquence Raman et la valence d'une liaison chimique peut être étendu à la chimie minérale, mais ici la localisation des raies fonctionnelles est beaucoup moins nette qu'en chimie organique. On a pu toutefois en trouver quelques applications intéressantes : ainsi la raie Raman $n = 2.155$ cm^{-1} de l'oxyde de carbone classe la liaison de ce composé parmi les triples liaisons ($C\equiv O$), en bon accord avec les schémas modernes électroniques (théorie de Lewis-Langmuir).

Règles de déplacement des fréquences. — Le chimiste autrichien F. W. Kohlrausch, et en France le regretté Maurice Bourguel et ses collaborateurs ont approfondi l'étude des raies Raman fonctionnelles. En étudiant des composés possédant tous la fonction éthylénique Bourguel [20] avait constaté que la raie éthylénique tout en restant voisine de 1.600 cm^{-1} subissait d'un composé à l'autre de petits déplacements, et il a pu établir la loi qui régit ces déplacements : la position d'une raie Raman est influencée par les autres groupements de la molécule, et ceci d'autant plus que ces groupements sont plus proches de la liaison éthylénique. Cette action dépend de la polarité électrique du groupement voisin.

Pour la raie éthylénique la règle suivante se trouve vérifiée : plus le groupement voisin de la double liaison est électronégatif, plus la fréquence Raman caractéristique de cette liaison se trouve abaissée.

Cette règle est illustrée par le tableau 8.

Il n'est pas possible de généraliser cette règle. Kohlrausch [21] a montré que pour la raie du groupe $-C=O$ le déplacement se fait en sens inverse en fonction du signe électrique du groupement voisin. Ces déplacements de raies sous l'influence

20. M. BOURGUEL : *Bull. Soc. Chim. France*, 53 (1933), p. 469.
21. KOHLRAUSCH : p. 157.

des groupes voisins sont dus probablement à des champs électriques intramoléculaires qui modifient les fréquences et qui rappellent l'effet Stark des spectres atomiques. Nous étudierons au paragraphe suivant l'action des molécules voisines sur les raies Raman, action qui confirme cette manière de voir.

Mais en terminant ce paragraphe je voudrais attirer l'attention sur le caractère *empirique* de la correspondance entre la fréquence Raman et le groupement fonctionnel.

Si l'expérience montre qu'en général, à toute fonction chimique correspond un domaine spectral déterminé, et si cette règle rend de grands services au chimiste, il faut qu'il se garde toutefois d'extrapolations trop hâtives. Ainsi l'on observe parfois dans le spectre Raman d'un corps pur près d'une raie fonctionnelle la présence d'une ou plusieurs autres raies voisines. Le chimiste pense alors tout de suite à l'existence possible d'un ou de plusieurs isomères. C'est ainsi que Bourguel pense à un isomère du benzène, Mlle Gredy [22] à une forme isomérique des acétyléniques qui donnent deux raies « acétyléniques » au lieu d'une seule. C'est ainsi encore que Kohlrausch explique la complexité des spectres Raman des molécules à chaîne de carbone par l'existence simultanée de deux isomères définis cis et trans. Ces hypothèses sont basées implicitement sur le postulat qu'un groupement fonctionnel défini doit donner dans une région spectrale déterminée une raie Raman caractéristique et *une seule*. Or l'analyse de l'origine des raies Raman que nous ferons au prochain chapitre ne justifie pas entièrement ce postulat. En particulier nous verrons que la déformation d'une molécule par les molécules voisines à l'état condensé ou par la torsion interne peut diminuer sa symétrie et que ceci peut se traduire par l'apparition de raies interdites et par la décomposition d'une raie en plusieurs raies voisines (cessation de dégénérescence). L'hypothèse de l'existence de plusieurs isomères différents, si elle peut être pour le chimiste une intéressante hypothèse de travail, n'est donc pas indispensable pour expliquer le dédoublement d'une raie fonctionnelle ou la complexité du spectre d'un corps.

4° *Action des forces extérieures sur la molécule.* — L'étude des raies Raman se révèle comme une méthode assez délicate pour pouvoir déceler les changements légers produits dans l'équilibre moléculaire par des champs de force extérieures à la molécule.

Ainsi les modifications physiques (changements d'état, mélanges, dissolutions, ions associés) peuvent produire des déplacements et élargissements appréciables des raies Raman.

Voyons d'abord les *changements d'état :*

Chez les molécules dépourvues de moment électrique permanent (H^2, O^2, N^2, CO^2, $(CN)^2$, le passage de l'état gazeux à l'état liquide et solide ne produit guère de changement appréciable dans la fréquence et la structure des raies Raman

$$\left(\frac{\Delta n}{n} < \frac{1}{1.000}\right).$$

On observe par contre chez les molécules polaires (HCl, HBr, HI, SO^2, ac. acétique, H^2S, H^2O, NH^3) des abaissements de fréquence souvent assez considérables quand on passe de l'état gazeux à l'état liquide $\left(\frac{\Delta n}{n} = \frac{1}{100}\right.$ et même $\left.\frac{1}{10}\right)$ et des différences plus petites entre les états liquides et solides [23].

En outre, beaucoup de raies Raman, qui sont fines dans les gaz, deviennent à l'état condensé larges et diffuses. Enfin, une raie unique dans le gaz peut se diviser en plusieurs branches à l'état condensé (suppression de dégénérescence, cas de NH^3).

Tableau 10.

Changement de fréquence des molécules polaires par la liquéfaction.

Molécule	n gaz	n liquide	$\Delta n/n$	Moment électrique
HCl	2.879	2.770	— 3,8 %	$1.03.10^{-18}$
HBr	2.550	2.466	— 3, %	0,73 »
HI	2.216	2.165	— 2,3 %	0,38 »
HCN	2.089	2.098	+ 0,4 %	
H^2O	3.654	3.205-3.420-3.580	— 6,4 %	1,9 »
H^2S	2.615	2.578	— 1,4 %	1.0 »
NH^3	3.334	3.210-3.300-3.380	— 1 %	1.5 »
SO^2	1.154	1.145	— 0,8 %	1,7 »
PCl^3	523	511	— 2,3 %	0,8 »
$AsCl^3$	422	405	— 4,0 %	1.97 »
$SbCl^3$	382	360	— 5,8 %	4,11 »
$AsBr^3$	287	276	— 4,6 %	1,66 »
CH^3COOH	1.820	1.670	— 8,2 %	

Raie C = O.

Le tableau 10 indique ces effets.

L'effet est particulièrement marqué pour NH^3 et H^2O qui se distinguent également par leur fort pouvoir ionisant.

La théorie doit pouvoir rendre compte des trois effets observés :

1° Un élargissement, par la liquéfaction, de

22. *Thèse*, Paris, 1935.

23. Dans quelques cas comme chez H-C≡N c'est une élévation de fréquence qu'on observe en passant de l'état gazeux à l'état liquide. A. KASTLER : C. R. 194 (1932), p. 858.

la raie en bande diffuse pouvant atteindre une largeur relative $\frac{\Delta n}{n} = 10^{-2}$ à 10^{-1}.

2° Un déplacement *dissymétrique* du centre de gravité de la bande pouvant atteindre lui aussi des valeurs relatives $\frac{\Delta n}{n}$ du même ordre de grandeur.

3° Une décomposition de la raie en plusieurs bandes séparées.

Ce problème théorique a été traité par divers auteurs [24], avec les conclusions suivantes :

Pour les molécules dépourvues de moment électrique les déplacements ne doivent pas dépasser l'ordre de grandeur $\frac{\Delta n}{n} = 10^{-3}$. Les observations sont ici en accord avec ce résultat.

Pour les molécules dipôles au contraire, les champs électriques intermoléculaires considérables, pouvant atteindre des valeurs de l'ordre de 10^7 à 10^8 volt/cm peuvent produire les grands effets de déplacements de l'ordre de ceux observés. Mais on avait admis jusqu'à présent que les *molécules sont distribuées et orientées au hasard dans les liquides*, et que leurs positions mutuelles varient constamment sous l'influence de l'agitation thermique. A cause de ces fluctuations qui créent des champs électriques locaux dont le sens et la grandeur varient constamment, on devrait observer une dispersion *symétrique* des fréquences du liquide autour de celle du gaz. L'effet d'élargissement de la raie devrait être beaucoup plus grand que le déplacement de son centre de gravité.

L'observation montre au contraire que dans la plupart des cas le déplacement dissymétrique du centre de gravité de la raie quand on passe de l'état gazeux à l'état liquide est très important et en général supérieur à l'effet d'élargissement. Ce résultat ne peut s'expliquer qu'en admettant un paquetage assez régulier des molécules du liquide, de sorte que chaque molécule se trouve placée sous l'influence de ses voisines dans un champ électrique permanent de grandeur et de sens déterminé, ne subissant que des fluctuations relativement peu importantes. Il en résulte que les fluctuations d'orientation des molécules doivent être assez limitées, et que celles-ci, sous l'influence des forces électriques qui les lient, doivent s'agglutiner en grappes ordonnées. Ces grappes moléculaires assez petites doivent être elles-mêmes distribuées au hasard pour que les propriétés macroscopiques du liquide puissent être isotropes. Nous aurons à revenir plus loin sur cette intéressante hypothèse de la structure des liquides.

Le dédoublement de certaines raies à l'état condensé peut s'expliquer comme nous verrons plus loin par la déformation de la molécule sous l'influence des molécules voisines.

On observe également de petits déplacements des raies Raman lorsqu'on congèle le liquide, mais leur amplitude est plus petite que ceux produits par la liquéfaction. En général les raies des cristaux sont fines (glace, eau de cristallisation), l'action électrostatique des molécules voisines étant ici définie et permanente, sans subir les fluctuations statistiques qui sont encore possibles à l'état liquide.

Un effet de déplacement analogue à celui des changements d'état s'observe encore lorsqu'on mélange un corps avec un autre corps à molécules polaires. Ainsi Médard et Volkringer ont constaté que les fréquences de toutes les raies Raman de la molécule NO^3H augmentent lorsqu'on dilue l'acide dans l'eau :

NO^3H 100 % :	612	674	922	1.295	1.679 cm^{-1}
NO^3H sol. aq. à 64 % d'acide :	642	693	957	1.308	1.686 cm^{-1}

L'influence du champ électrique des cathions sur la fréquence Raman principale 1045 cm^{-1} de l'anion NO^3 dans les sels anhydres, cristallisés et les solutions aqueuses à diverses concentrations a été étudiée par W. Gerlach [25] :

Dans les solutions aqueuses très diluées tous les nitrates fournissent la même fréquence limite 1045 cm^{-1}.

Le tableau 11 montre les déplacements Δn pour les sels anhydres. A côté du nombre atomique la structure cristalline constitue ici un facteur déterminant.

La dissolution d'un sel dans l'eau modifie en général aussi les bandes Raman de l'eau; celles-ci deviennent souvent plus fines [26]. Cet effet peut s'expliquer par l'hydratation des ions : les molécules d'eau s'orientent régulièrement autour des ions sous l'influence des champs électrostatiques, et les fluctuations diminuent.

5° *La structure de la raie Rayleigh* [27]. *Effet Cabannes-Daure.* — Nous dirons quelques mots sur l'analyse qui a été faite de la structure du

24. A. Kastler : Proc. verb. de la Soc. Sciences Phys. et Nat. de Bordeaux, année 1931/32, p. 92.
W. Buchheim : Physik. Zts., 36 (1935), p. 694.

25. Gerlach W. : *Annalen der Physik*, 5 (1930), p. 196. Voir aussi Weiller : loc. cit., p. 140-141.

26. Kohlrausch ; p. 133.

27. Nous laissons de côté le problème de la structure de la raie Rayleigh dans son voisinage immédiat. Les recherches très difficiles sur ce sujet ont donné des résultats d'abord contradictoires qui semblent converger et s'accorder avec une théorie développée par P. Debye et L. Brillouin qui envisage les battements entre les ondes lumineuses incidentes et les ondes thermo-élastiques qui sillonnent le liquide.

Tableau 11 *Fréquence symétrique de l'ion (NO^3) dans les cristaux des sels anhydres en fonction du nombre atomique du cation associé*

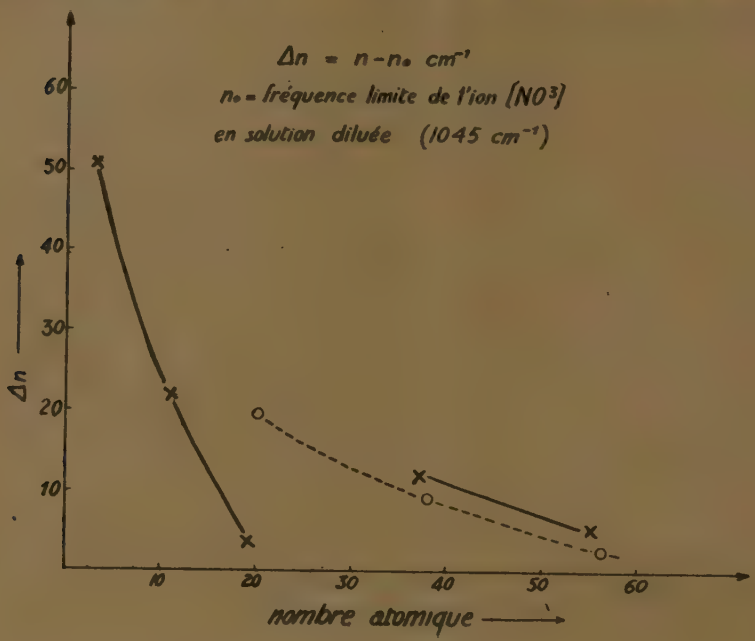

Fig. 11.

Fig. 12. — *Spectre Raman de rotation du gaz oxygène.*

Excité par la raie $\lambda = 4046$ Å de l'arc au mercure. Au-dessus spectre de l'arc au fer pour le répérage. (Cliché obtenu avec l'oxygène sous pression atmosphériqne. Durée de pose : 8 jours.)

spectre de diffusion au voisinage de la raie excitatrice appelée encore raie Rayleigh. Cette étude qui se poursuit est en train de fournir des résultats d'une grande portée en ce qui concerne la structure de l'état liquide, problème qui intéresse le chimiste tout autant que le physicien.

La photographie des spectres Raman des gaz diatomiques a montré que la raie de diffusion Rayleigh était entourée d'une série de raies équidistantes qu'on appelle des raies de rotation, parce que la théorie quantique des spectres montre que l'écart de fréquence n de ces raies et de la raie centrale correspond à l'énergie de rotation quantifiée de la molécule donnée par la formule :

$$E_j = \frac{h^2}{8\pi^2 J}\left[j(j+1) + \frac{1}{4}\right]$$

D'où l'on tire :

$$n = \frac{1}{ch}(E_{j+1} - E_j) = \frac{h}{8\pi^2 cJ}(4j + 6)$$

j est ici le quantum de rotation,
h la constante d'action de Planck et J le moment d'inertie de la molécule. On a pu déduire ainsi de la structure fine observée autour des raies Rayleigh des gaz le moment d'inertie des molécules simples H^2, O^2, N^2, NH^3, etc...

Pour les molécules plus complexes polyatomiques le moment d'inertie est relativement grand et les raies de rotation sont alors si serrées qu'on ne peut pas espérer les séparer avec le pouvoir de résolution de nos spectrographes ; on ne doit plus observer alors qu'un noircissement continu autour de la raie Rayleigh.

L'étude des raies Rayleigh des liquides avec des appareils très dispersifs a révélé en effet l'existence autour de la raie Rayleigh d'un fond continu s'étendant sur une centaine de cm^{-1}. Cet effet d'élargissement de la raie Rayleigh porte le nom d'effet Cabannes-Daure. On a pensé que ces « ailes » correspondaient aux raies de rotation non résolues. Mais la répartition de l'intensité autour de la raie Rayleigh mesurée avec soin pour plusieurs liquides par différents auteurs [28], a montré qu'elle ne correspondait pas à la courbe d'intensité théorique prévue pour le spectre de rotation. Celui-ci devrait en effet présenter de part et d'autre de la raie centrale deux maxima d'intensités séparées, alors que les courbes expérimentales d'intensité décroissent toujours à partir du centre. Les mesures ont été faites avec assez de soin et en évitant toute lumière parasite diffusée par les parois du tube, de sorte que le désaccord ne peut pas être attribué à la surexposition de la raie centrale qui masquerait les maxima. D'autre part les ailes observées s'étendent plus loin de la raie centrale que ne le prévoit la théorie des raies de rotation. A. Rousset a montré que les fluctuations du champ moléculaire pouvaient également engendrer un fond continu autour de la raie Rayleigh, mais le calcul de cet effet permet d'affirmer que sa contribution est faible et qu'il n'est pas responsable du noircissement observé. On peut expliquer l'absence de maxima séparés dans les courbes expérimentales en admettant que les rotations des molécules sont fortement gênées dans les liquides par l'empilement des molécules, et que celles-ci ne possèdent pas les mêmes degrés de liberté que dans les gaz. Cette immobilisation des molécules doit être presque complète pour les substances ayant un moment électrique, qui agglutine les molécules les unes aux autres, et les raies de rotation doivent alors disparaître.

C'est bien ce qu'on observe : l'effet Cabannes-Daure du nitrobenzène qui a un moment dipôle, est bien plus faible que celui du benzène qui n'en a pas. Sous l'influence des champs électriques intermoléculaires les rotations des molécules polaires sont donc empêchées, et les molécules se bornent à osciller plus ou moins fortement autour de positions d'équilibre stable.

Nous sommes donc amenés ainsi à confirmer l'hypothèse exposée tout à l'heure : celle de grappes compactes à l'intérieur desquelles les molécules des liquides occupent des orientations mutuelles presque fixes. Cette structure des liquides qui porte le nom *d'état cybotactique* a été suggérée également par l'étude des autres propriétés des liquides [29].

D'autre part, les auteurs russes Gross et Vuks [30] ont découvert récemment que des cristaux donnent des raies Raman de vibration voisines de la raie excitatrice, et que ces raies sont caractéristiques des vibrations du réseau cristallin. Ces raies s'élargissent jusqu'à la raie fondamentale lorsque le cristal est fondu et contribuent donc à l'effet Cabannes-Daure et en particulier au fond continu qui s'étend loin de la raie centrale. On *doit donc*

28. J. Weiler : *Zeitschr. f. Physik*, 68 (1931), p. 782.
S. Bhagavantam : Current Science, III (1935), p. 530.
A. Rousset : Thèse, Paris, 1935, et *Journal de Physique*, 6 (1935), p. 507.

29. G. W. Stewart : *Rev. of.* Mod. *Physics*, 2 (1930), p. 116. (Diffraction des rayons X).
G. Andrade : *Phil. Mag.* 17 (1934), p. 497 (Viscosité).
P. Debye : *Physik. Zts.*, 36 (1935), p. 100 et 193 (constante diélectrique).
On trouvera dans les thèses de Rousset (Paris, 1935) et de Magat (Paris, 1936) une vue d'ensemble de ces recherches sur la structure des liquides.

30. E. Gross et M. Vuks : *Nature*, p. 100 et 431, et *Journal de Physique*, 6 (1935), p. 457, et 7 (1936), p. 113.

supposer que les éléments du réseau subsistent, quoique déformés, à l'état liquide.

Ces résultats convergents montrent que la plupart des liquides, et surtout ceux formés de molécules dipôles, auraient une structure microcristalline analogue à celle que nous observons chez les substances mésomorphes, avec cette différence que les grappes microcristallines des liquides ordinaires sont beaucoup plus petites et fugitives, de sorte que l'ensemble possède encore des propriétés *macroscopiques* isotropes. Nous pouvons remarquer que cette idée d'empilement régulier des molécules, suggérée au physicien par l'étude des propriétés physiques des liquides, ne fait que généraliser la notion d'association moléculaire déjà familière au chimiste. Sans doute la nature nous présente-t-elle entre les liquides où les molécules semblent entièrement libres (H^2, O^2 liquéfiés) et les substances mésomorphes tous les stades intermédiaires en ce qui concerne la grosseur et le degré de cohérence des grappes moléculaires.

(A suivre.)

A. Kastler,
Docteur ès sciences,
Assistant à la Faculté des Sciences
de Bordeaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques.

Debye (P.). — **Analyse de la structure moléculaire à l'aide de l'effet Kerr.** — 1 *vol. in-8° de* 18 *p. Editions E.D.K., Liége*, 1935.

L'auteur analyse avec beaucoup de pénétration et à la lumière des théories les plus récentes de la physique les renseignements que peut fournir sur la structure des molécules l'étude de la biréfringence des liquides et des gaz sous l'influence d'un champ électrique, habituellement désignée sous le nom de phénomène de Kerr. Il montre notamment que l'étude de ce phénomène dans les gaz, combinée avec des mesures de l'indice de réfraction et du degré de dépolarisation donne des renseignements utiles sur la structure moléculaire, tandis que les mesures de la constante de Kerr dans les liquides permettent de tirer des conclusions concernant la structure de ces liquides et les liaisons intermoléculaires.

A. B.

∴

Debye (P.). — **La physique du noyau.** — 1 *vol. in-8° de* 21 *pages. Editions E.D.K., Liège.*

L'auteur fait un remarquable exposé d'ensemble de nos connaissances sur le noyau des atomes qu'il y a quelques années à peine on regardait comme à peu près inaccessible à nos investigations.

Après avoir donné quelques indications sur les grandeurs approximatives des constituants des atomes, il expose la série des méthodes qui ont été utilisées pour atteindre le noyau, la première qui ait donné des résultats positifs étant celle imaginée par Rutherford en 1919. Ainsi examine-t-il l'emploi des particules α, des ions accélérés par des champs intenses, des ions positifs et des neutrons. Il termine par quelques indications concernant les idées que l'on peut se faire actuellement sur la structure des noyaux, parmi lesquelles celles d'Heisenberg sont le plus généralement admises par les théoriciens. Comme il l'indique en terminant, « quoique notre image de la constitution des noyaux doive évoluer certainement dans l'avenir, une chose est certaine dès à présent : aujourd'hui déjà, nous possédons une série de méthodes de désintégration des noyaux, qui permettent, non seulement de transformer l'un dans l'autre des éléments déjà connus, mais aussi de préparer des éléments nouveaux, inconnus jusqu'à présent ». Nous ne saurions conseiller d'exposé plus clair et plus compréhensif que celui de l'auteur à ceux qui veulent prendre connaissance rapidement de ce que nous savons à l'heure actuelle de plus essentiel sur le noyau des atomes.

A. B.

∴

Dubrisay (R.). — **Phénomènes colloïdaux.** — 1 *vol. in-16 de* 186 *pages et* 27 *figures. Librairie Armand Colin, Paris*, 1936. *(Prix, broché :* 10 *fr.* 50 ; *relié :* 12 *fr.).*

M. René Dubrisay, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Ecole des Ponts et Chaussées, est bien connu des chimistes par les recherches qu'il a poursuivies, et qui font autorité, dans le domaine de l'application des mesures de tension superficielle à l'analyse chimique et des phénomènes d'adsorption. Son précis, qui vient enrichir et compléter l'excellente « Collection Armand Colin », constitue un exposé clair et sobre des phénomènes

colloïdaux, c'est-à-dire d'un des plus importants chapitres de la Chimie physique moderne.

L'auteur étudie non seulement les propriétés des solutions colloïdales et des gels pouvant résulter du passage de ces solutions à l'état solide, mais aussi les particularités qui se manifestent à la surface de séparation de deux phases : liquide et gaz, liquide et liquide, solide et gaz, solide et liquide. Il est ainsi amené à décrire les phénomènes physico-chimiques qui présentent, au point de vue de la science pure et appliquée, un haut intérêt : tension superficielle des solutions avec ses applications aux émulsions, condensation des gaz par les solides poreux ou pulvérulents (application à la catalyse hétérogène, à la récupération des solvants volatils, à la construction des appareils filtrants contre les gaz nocifs), fixation ou adsorption par les solides des substances dissoutes (application à l'analyse chimique, à la teinture, à la filtration ou à la décoloration des solutions, à la fixation des engrais par le sol, etc.). Les deux derniers chapitres se rapportent aux colloïdes proprement dits et constituent un exposé succinct de tout ce qui concerne la stabilité des solutions colloïdales et leur coagulation. L'ouvrage se termine par quelques indications relatives à la structure des gels et aux études entreprises dans ce domaine par les procédés de la physique moderne, ainsi que par des indications bibliographiques qui permettront aux lecteurs désireux d'approfondir ces questions de se reporter à des ouvrages spéciaux et complets. E. Cattelain.

***

Benoit (Jacques). — **Le Testicule, organe élaborateur de l'hormone sexuelle mâle.** — *Hermann, éditeur, Paris.*

Les cellules interstitielles se consacrent à l'élaboration de l'hormone testiculaire qui conditionne le développement et le fonctionnement des caractères sexuels secondaires, indispensables à la vie sexuelle et à l'accomplissement, dans tous ses détails, de la fonction de génération. R. P.

***

Benoit (Jacques). — **L'Ovaire.** — *Hermann, éditeur, Paris.*

Il y a une certaine homologie entre l'ovaire et le testicule. Le cortex de la gonade se développe tandis que la médullaire s'atrophie. La folliculine est sécrétée par des cellules glandulaires dérivées de la thèque interne. Mais on trouve à dose très faible de la folliculine dans le testicule et même chez certains végétaux. Les caractères hétérosexuels qui restent latents dans l'ovaire aussi bien que dans le testicule peuvent à certains moments de l'évolution individuelle, sous des influences pathologiques diverses, prendre un développement inattendu qui donne lieu à des syndromes intersexuels. Cette mise au point a réussi à rendre clairs des phénomènes biologiques très complexes. R. P.

2° Sciences naturelles.

Caullery (Maurice), *Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.* — **Les conceptions modernes de l'hérédité.** — *1 vol. in-8° de 312 pages, 49 fig. dans le texte. (Bibliothèque de Philosophie scientifique.) Flammarion, Paris, 1935. (Prix : 15 fr.).*

L'Hérédité, en dehors de son immense intérêt pour la Biologie pure, domine notre vie individuelle et familiale; nous sommes physiquement et intellectuellement asservis à ses lois; c'est dire combien il importe, même au public non spécialisé, de comprendre ce qu'elle est. Il est très difficile d'exposer les conceptions modernes de l'hérédité, car on risque de fatiguer le lecteur par l'abondance des mots techniques d'ailleurs indispensables; mais M. Caullery a su éviter l'écueil, en prenant la méthode historique. Après un chapitre sur les bases cytologiques et les gamètes, il aborde l'étude analytique de l'hérédité, commencée par Sageret et Naudin, et achevée par Mendel (1865) qui eut la bonne fortune d'utiliser un matériel simple (le Pois); s'il avait débuté par les *Hieracium*, plantes apogames, il n'aurait sûrement pas compris les lois; c'est la part de chance qui entre dans les grandes découvertes.

Peu à peu, s'accumulent les acquisitions : les caractères létals, le linkage des facteurs, les hétérochromosomes sexuels, la théorie chromosomique édifiée surtout grâce au précieux matériel de la Drosophile (qui confirme les prodigieuses intuitions de Weismann), le crossing over, la carte des chromosomes, les chromosomes géants des glandes salivaires, les translocations (cas des Œnothères) et inversions, l'action des radiations pénétrantes sur les chromosomes, etc. En dépit des scepticismes, chaque découverte confirme les précédentes et les précise, de sorte que l'édifice admirable des théories de l'hérédité repose sur une base de plus en plus solide à mesure qu'il s'élève.

La génétique ne tarde pas à déborder sur les disciplines voisines : la polyploïdie qui a une si grande importance chez les végétaux (Iris, Roses), la polysomie (Datura), les effets des hybridations, nous donnent la clé de la genèse des espèces nouvelles. Les règles mendéliennes éclairent des phénomènes physiologiques et pathologiques qui nous intéressent directement (groupes sanguins, hémophilie, etc.). Mais jusqu'ici il ne paraît pas que la génétique rende compte des processus de la grande évolution, c'est-à-dire de la genèse des types nouveaux et de l'origine des adaptations.

Le livre de M. Caullery, parfaitement au courant de la science, il est inutile de le dire, est un admirable exposé, aussi clair que possible, de tout ce que nous ont appris les travaux qui se sont succédé depuis trente ans; leur ensemble constitue un des progrès les plus substantiels de la biologie contemporaine.

L. Cuénot,

Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

⁂

Debroise (Dr G.) et **Debroise** (Madeleine). — **Points isoélectriques des protides du sérum. Technique et recherche.** — 1 *vol. in*-8°, 114 *pages. Vigot frères, éditeurs, Paris*, 1936.

Les auteurs ont entrepris d'exposer toutes les techniques pour la détermination du point iso-électrique selon la méthode du Prof. Vlès; sans prétendre aucunement à l'originalité ils ont rempli ce programme dans l'ordre et la mesure qu'on verra dans la table de matières de cet ouvrage : I. Etude théorique du point isoélectrique des protides : les protides; le point isoélectrique; le point isoélectrique en biologie et en pathologie humaine. II. Les techniques relatives à la cataphorèse : pile à hydrogène; pile à électrode d'antimoine; techniques relatives à la cataphorèse; recherches du pouvoir alexique du sérum. III. Les variations du point isoélectrique des protides au cours de la grossesse normale; quelques caractéristiques du sérum des femmes enceintes; recherches de Vlès et de Coulon sur les variations des points isoélectriques dans le sérum des femmes enceintes. Recherches personnelles. Conclusions. En somme, ce livre sera très utile aux étudiants en raison de la clarté des exposés quand même incomplète de la question et aux spécialistes en raison de quelques résultats intéressants dus à l'école du professeur Vlès et aux auteurs de ce livre eux-mêmes concernant surtout les variations du *p*H durant la grossesse.

M. Catoire.

⁂

Reynaud-Beauverie (Mme M.-A.). — **Le milieu et la vie en commun des plantes. Notions pratiques de phytosociologie.** (Encyclopédie biologique, n° XIV). — 1 *vol.* de 237 *pages, illustré de* 50 *figures. P. Lechevalier, éditeur. Paris*, 1936. *(Prix :* 60 *fr.).*

Ce travail est pour une part un répertoire, composé dans le but de faciliter la compréhension des fins de la Phytosociologie, nouvelle branche de la Botanique; il veut être d'autre part un recueil de recettes pratiques pour l'étude sur le terrain; certes, l'auteur a parfaitement rempli son programme; son exposé, clairement gradué, montre bien l'intérêt de la connaissance des associations végétales. L'association est un groupement de composition floristique déterminée, qui passe par des stades de genèse, de stabilité, de dégradation par suite de l'action des facteurs de milieu qui est complexe : ceux-ci exercent une sélection sur le matériel floral qui est amené dans la station; les espèces persistantes s'accommodent, et à leur tour modifient le milieu, qui réagit à nouveau sur la végétation; il en résulte que les associations se succèdent dans une même localité, les points d'arrêt constituant le climax (*syngénétique*); on peut se proposer (*synchronologie*) de reconstituer cette succession, surtout par l'analyse pollinique. La *synchorologie* ou distribution géographique des associations examine le résultat actuel de la succession dans l'espace et dans le temps, et se traduit par des cartes physosociologiques. — Les facteurs du milieu sont étudiés au point de vue de leur action sur les associations (*synécologie*) : le climat et le substratum (étude des sols ou *pédologie*) déterminent les frontières des régions naturelles; l'altitude, l'exposition, l'irrigation y contribuent dans la mesure où elles influent sur les conditions précédentes; à côté des facteurs physiques interviennent encore des facteurs biotiques, concurrence des végétaux entre eux, influence de l'homme et des animaux. Cet excellent manuel de phytosociologie permettra aux botanistes amateurs, aussi bien qu'aux étudiants agronomes et forestiers, d'acquérir la documentation essentielle, qu'ils pourront compléter avec la bibliographie citée.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

3° Art de l'Ingénieur.

Reimbert (M.). — **Calcul direct des sections de béton armé soumises à la flexion composée.** — *Préface de* M. L. Lecas. — 1 *vol. in*-8° (22 × 28) *de* 28 *pages*, 2 *tableaux et* 14 *planches. Béranger, éditeur, Paris. (Prix :* 65 *fr.).*

Les calculs de béton armé sont d'une grande complexité et occasionnent une perte de temps considérable. D'autre part, il est nécessaire de procéder, dans la plupart des cas, par approximations successives, et par suite de répéter à plusieurs reprises les mêmes opérations, ce qui ne laisse pas d'être un peu fastidieux.

Le calcul des sections soumises à la flexion composée est particulièrement typique à ce sujet.

On sait qu'on appelle ainsi une section d'une pièce sollicitée par un effort normal (compression ou traction) dont le point d'application ne coïncide pas avec le centre de gravité de la section considérée.

Les éléments caractéristiques de ces sections, qui sont déterminés en valeur approchée, par des méthodes plus ou moins empiriques, doivent être réajustés, afin que la solution donnant, pour le travail du béton, un taux ne dépassant pas les limites prévues, soit en même temps une solution économique.

La méthode des coefficients statiques, présentée par l'auteur, permet de calculer, directement et sans effort mental appréciable, tous les éléments de la section, et ceci, d'une façon rigoureusement exacte, du premier coup.

Cette méthode s'applique également au cas ,laissé dans l'ombre par la plupart des auteurs, de la flexion composée avec traction. Les barèmes établis s'appliquent aussi bien au cas de la traction qu'à celui de la compression, et aux armatures dissymétriques aussi bien qu'aux symétriques.

L'auteur mérite donc d'être félicité pour les moyens de facilité, de rapidité et de précision qu'il apporte aux ingénieurs en béton armé.

Emile Fabrègue.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 *Mai* 1936 (suite).

1° Sciences mathématiques *(suite)*. — Mme **R. Herman-Montagne**, MM. **L. Herman** et **R. Ricard** : *Photométrie photographique dans l'ultra-violet extrême.* Les plaques sans support de gélatine, moins sensibles que les plaques au salicylate pour les forts éclairements, sont au contraire beaucoup plus sensibles pour les éclairements faibles. — M. **J. M. Backovsky** : *Sur une méthode permettant d'obtenir des rayons X mous dans le cas des gaz et particulièrement le spectre K du néon.* Cette méthode repose sur l'emploi d'un tube ionique à basse tension. — M. **E. Toporescu** : *Sur la dépolymérisation de l'eau par capillarité et sur l'inversion du sucre.* L'inversion du sucre est augmentée par le phénomène de diffusion dans un corps poreux. L'eau se dépolymérise dans un tube capillaire et en présence de Na Cl. — Mlle **M. Freymann** : *Comparaison des spectres d'absorption infrarouges et des spectres Raman de quelques amines primaires aliphatiques et aromatiques.* — Mlle **M. Théodoresco** : *Etude par l'effet Raman de deux complexes borotartriques en solution.* — M. **G. Lévy** : *Sulfonation de la -éthylnaphtaline. Synthèse du 2-éthylnaphtol-6.* La sulfonation de la 2-éthylnaphtylamine a lieu principalement en position 6. — M. **J. Vène** : *Obtention des dérivés de substitution monoalcoylés et monoarylés de la -campholide et des acides δ-alcools correspondants.* Les -campholides β-substituées s'obtiennent aisément à partir d'un éther β-aldéhyde camphorique par l'action d'organomagnésiens mixtes ; elles peuvent être transformées par hydrolyse alcaline en acides δ-alcools du type C^8H^{14} (COOH) (CH(OH R). — M. **P. Pastureau** et Mlle **M. Veiler** : *Sur quelques éthers boriques de glycérines tétrasubstituées.* La chlorhydrine du corps obtenu dans la réaction de HClO (chlorure de chaux + acide borique) sur le diméthylpenténol est en réalité un éther borique de la chlorhydrine de la tétraméthylglycérine. On peut préparer d'autres éthers boriques de glycérines substituées. — M. **J. Décombe** : *Préparation des cétones β-chloréthylées et des cétones -vinylées.* L'auteur part des β-cétols à fonction alcoolique primaire qui résultent de l'action du formol sur les cétones. Ces composés, sous l'action de HCl, donnent aisément les cétones β-chloréthylées et par déshydratation ils se transforment en cétones vinylées. — M. **L. Royer** : *De l'orientation des cristaux de fluoborate de potassium par le mica et la barytine et des cristaux de sulfite de sodium par le mica.* Ces essais portent à 29 le nombre de sels différents qui donnent au laboratoire un accolement régulier sur le mica.

3° Sciences naturelles. — M. **Maurice Breistroffer** : *Sur la stratigraphie du Crétacé moyen en Chartreuse.* — M. **Gilbert Mathieu** : *Les lambeaux houillers de la Ville-Dé, d'Ardin et de Fougeroux (Deux-Sèvres). Transgression stéphanienne et doublement des axes synclinaux.* La série des lambeaux houillers qui prolongent le Bassin de Vouvant depuis Saint-Laurs jusqu'à la Ville-Dé montre des formations tantôt d'âge namurien tantôt d'âge stéphanien. Dans l'ensemble du pli synclinal dévonien-carbonifère de Vendée, le Stéphanien repose à Chantonnay sur le Westphalien, à Faymoreau sur le Namurien, à la Ville-Dé sur le Givétien. La grande transgression des dépôts stéphaniens sur les formations antérieures est ainsi mise en évidence en Vendée. — M. **Henry Hubert** : *Sur les limites des courants aériens dans l'Afrique de l'Ouest.* — M. **Maurice Quendiac** : *Sur la solubilité des composés tanniques du bois de châtaignier.* Un seul dissolvant est insuffisant pour extraire la totalité des tannins de certains végétaux. Pour le bois de châtaignier les tissus, épuisés par l'acétone, sont encore susceptibles de livrer à l'alcool une grande quantité de substances tanniques, ce qui pourrait laisser supposer que la substance adsorbante retenant les tannoïdes passerait en solution dans l'alcool. L'acétone, mis en présence de l'ensemble des composés dissous dans l'alcool enlève à ceux-ci la presque totalité des tannins qui s'y trouvent contenus. On est donc amené à envisager la présence de tannins libres qui résisteraient à l'action dissolvante de l'acétone pure dans les tissus végétaux. La recherche des tannins adsorbés et de la substance adsorbante doit donc, en définitive, être effectuée dans les extraits aqueux obtenus après les épuisements cétonique et alcoolique. — M. **Maurice Hocquette** : *Elaboration par la cellule sécrétrice et phénomènes de sécrétion chez Primula obconica.* Des observations cytologiques et des résultats des recherches microchimiques faites par les auteurs, il ressort que le chondriome jouerait un rôle, au moins passif dans le phénomène de sécrétion chez *P. obconica.* Il semble que soit le plus souvent au niveau des vacuoles et avec la participation de la substance lipoïdique du chondriome que s'élaboreraient les inclusions, complexe de substances hétérogènes, où entreraient des lipoïdes. — M. **Lucien Daniel** : *Variations du Pissenlit décapité.* Sur des pieds de Pissenlit à racines sectionnées et provenant de graines sûrement apogames, on observe des variations des bractées externes (sur lesquelles on s'était basé pour distinguer deux types de *Taraxacum*) et qui sont, en réalité dues à la suralimentation consécutive à l'action des blessures. Les faits décrits viennent à l'appui des théories de Lamarck sur l'action des milieux : les Pissenlits utilisés ont varié bien que apogames et déjà certaines de ces variations se sont montrées héréditaires par multiplication asexuée. — M. **Gilbert Ranson** : *Sur la soi-disant dégénérescence de la Navicule bleue* (Navicula fusiformis *Grün* = N. Ostrearia *Bory*). Si l'on observe le développement sur les fonds ostréicoles, on constate que la cellule, normalement planctonique, acquiert dès qu'elle se fixe une activité débordante, sécrète un mucilage abondant et une matière organique pigmentée, soluble dans l'eau, et se divise avec une rapidité extraordinaire. Si les conditions cessent d'être propices, l'activité de la Navicule se ralentit et elle reprend progressivement ses caractères de Dia-

tomée brune et redevient planctonique. Ces faits s'opposent à l'hypothèse d'E. Bachrach, suivant laquelle « le bleuissement est un signe de dégénérescence, l'indice d'un organisme sénile, malade, mourant ». La Navicule bleue est tout l'opposé d'une Algue qui se meurt. — MM. **Albert Demolon** et **Antoine Dunez** : *La fatigue des sols. Cause et remèdes.* On connaît le rôle du bactériophage du *B. racicicola* dans la fatigue des sols. D'une manière générale il y a un parallélisme entre le degré de fatigue et la teneur en bactériophage de la plante. Pour qu'une terre fatiguée redevienne propre à la culture d'une légumineuse il faut éliminer totalement le bactériophage. Des expériences faites sur la luzerne ont montré que l'inoculation des graines avec des cultures polyvalentes résistantes à la lyse permet de retarder l'apparition de la fatigue et de maintenir plus longtemps la luzerne au maximum de sa productivité. Elle permet aussi de réussir la culture de la luzerne en des régions où elle avait été abandonnée en raison d'échecs répétés, et de diminuer considérablement l'intervalle de temps considéré comme nécessaire au retour de la luzerne sur le même sol. — M. **Ph. Joyet-Lavergne** : *Sur le rôle du cytoplasme de la gamète mâle dans le phénomène de la fécondation.* L'étude de la fécondation chez des Champignons a permis de constater que le cytoplasme mâle qui pénètre dans la gamète femelle a conservé ses qualités sexuelles physico-chimiques. La gamète femelle reçoit, par la fécondation, un élément catalyseur (chondriome mâle) dont la puissance d'oxydation est plus élevée que celle de son chondriome propre. — MM. **Raoul Lecoq** et **Joseph M. Joly** : *Influence du déséquilibre alimentaire sur le quotient respiratoire et le métabolisme de base du Pigeon.* En l'absence de toute addition de vitamines B, les régimes à base des différents hexoses (glucose, galactose et lévulose) entraînent tous une chute du quotient respiratoire et une augmentation du métabolisme de base. En présence de vitamines B, alors que le régime au glucose permet un bon entretien des pigeons, on observe avec les régimes au galactose et au lévulose des modifications des échanges respiratoires analogues à celles qu'on observe dans l'avitaminose B simple et même, semble-t-il, une exagération plus grande du métabolisme de base. — Mlle **N. Choucroun** : *L'électrisation superficielle, caractère spécifique des microorganismes.* En soumettant une culture de bactéries à l'électrophorèse on constate que la vitesse de transport des différentes bactéries n'est pas constante, comme lorsque cette même expérience est faite sur des particules inertes, mais qu'elle se répartit suivant une courbe de Gauss. Dans un mélange de deux cultures d'origine différente, la courbe de répartition des vitesses est très différente de celle que l'on peut calculer dans l'hypothèse où les races mélangées subsisteraient dans le mélange avec leur électrisation propre. La courbe de répartition peut être modifiée également par la nature du milieu de culture. Elle est, en revanche, une caractéristique spécifique d'une lignée pure cultivée dans des conditions déterminées. — MM. **Gabriel Bertrand** et **Anton Philip Weber** : *Action conjuguée de la folliculine et de certains catalyseurs minéraux sur le développement d'une levure.* Les résultats exposés mettent nettement en évidence l'intervention conjuguée de l'hormone et de plusieurs métalloïdes et métaux dans le développement de la levure. En particulier, tandis que l'addition de la folliculine seule au milieu primitif de culture n'a augmenté la récolte que de 12 à 16 pour 100 et celle du zinc seul au plus à 10 pour 100, l'addition des deux catalyseurs à la fois a porté le rendement de 100 à 179 dans la culture de 53 heures et même à 250 dans celle de 67 heures. — M. **André Badinand** : *Sur les modifications du rôle de l'acide ascorbique comme activateur de la catepsine hépatique, sous l'influence des métaux ajoutés soit sous forme ionisable, soit faisant partie de complexes dérivés de la vitamine C.* Le zinc, ajouté sous forme ionisable amplifie, aussi bien que le fer ou le calcium, l'action activante de l'acide ascorbique. Le baryum, le magnésium, le plomb, le titane, sous cette forme ne l'amplifient pas. Pour le fer, le zinc, le plomb, le titane, le cuivre, à l'état de complexes ascorbiques ou déshydrascorbiques, il y a une amplification analogue ou légèrement plus grande que lorsqu'ils sont introduits à l'état d'ions, de même pour le calcium, le baryum et le magnésium, lorsqu'ils leur sont associés dans ces complexes. Tandis que le cuivre, sous forme ionisable, inhibe toute activation, à l'état de générateur de complexes déshydrascorbiques, il ne l'empêche pas. — Mlle **Irène Kopaczewska** et M. **W. Kopaczewski** : *Pluralité des zones de floculation et de gélification sériques.* L'action de l'acide chlorhydrique et de la soude caustique sur du sérum humain, présumé normal, se traduit par l'apparition de cinq zones de floculation entre lesquelles s'intercalent cinq zones de gélification. — MM. **Alfred Boquet** et **Roger Laporte** : *Pleurésie séro-fibrineuse expérimentale par inoculation intrapéritonéale de bacilles tuberculeux bovins du type dysgonique lisse.* La pleurésie séro-fibrineuse, déterminée chez le cobaye par l'inoculation intrapéritonéale, relève moins des effets pathogènes habituels des bacilles tuberculeux déversés dans les poumons et dans la plèvre par la circulation, que d'une inflammation exsudative aiguë, mise en jeu par une substance antigénique particulière, libérée à distance dans les foyers péritonéaux et épiploïques et fixée par la séreuse pulmonaire. Les bacilles bovins du type dysgonique et lisses récemment isolés sont les plus abondamment pourvus de cette substance active ou se montrent les plus aptes à l'élaborer dans les tissus. — Mme **Andrée Roche**, MM. **Marcel Dorier** et **Louis Samuel** : *Sur la signification du rapport : albumine/globuline, dans le sérum humain normal et pathologique.* Chez les cirrhotiques, l'albumine et la globuline du sérum possèdent les mêmes caractères de solubilité que chez l'homme normal, seul le taux respectif des deux protéines est changé. L'abaissement du quotient albumineux traduit alors réellement la variation quantitative de ces corps dans le sérum. Au cours des hypertensions artérielles, au contraire, la précipitation par les sels ne permet plus d'individualiser l'albumine et la globuline. L'établissement du quotient albumineux perd donc dans ce cas toute signification. La connaissance de la courbe de solubilité du sérum aux diverses concentrations en sulfate d'ammonium permet par contre de définir la signification des variations pathologiques du quotient albumineux. Elles peuvent traduire, suivant les cas, des modifications quantitatives (cirrhoses) ou qualitatives (hypertensions) des protéines du sérum.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens. — 10-36.